

Compte-rendu de mission en République Centrafricaine et en République du Congo 10/02/2010 au 26/02/2010

Sylvie GOURLET-FLEURY – Adeline FAYOLLE - Vincent FREYCON – Frédéric MORTIER

1 - Objectifs

Cette mission a été effectuée dans le cadre du projet CoForChange. Elle avait un double objectif : (1) mettre en place à Mbaïki un protocole de suivi de la réserve en eau des sols, qui servira à valider le modèle de réserve en eau construit dans le cadre du WP3 ; (2) accompagner le démarrage des inventaires de régénération et des opérations de caractérisation des sols dans le cadre du WP6. Il s'agissait, dans ce cadre, de tester sur le terrain les différents protocoles discutés lors du deuxième atelier de travail de novembre 2009, et de les adapter si nécessaire au vu des premiers relevés.

Nous avons profité de notre passage en RCA pour rencontrer différents partenaires du projet ARF et faire le point sur ce projet.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Didier Hubert, chef du projet PARPAF en RCA, qui a grandement facilité notre déplacement vers la frontière congolaise (passée entre Liboko et Mokabi). Nous remercions également 1) Hervé Moinecourt, VCI du SCAC affecté au projet ARF, pour son accueil à Bangui et à Mbaïki ; 2) Nicolas Bayol (FRM), pour l'aide à l'organisation de notre mission au nord Congo ; 3) Patrick Geffroy (Groupe Rougier – Mokabi) pour notre prise en charge au Congo.

Nos remerciements vont également à tous les interlocuteurs cités dans ce rapport, pour le temps qu'ils nous ont accordé durant notre séjour. Enfin, nous remercions N. Fauvet (CIRAD) pour la réalisation sous ArcGis des cartes qui ont conduit aux nombreuses figures de ce rapport.

Ce rapport présente (i) les protocoles d'étude qui ont été décidés durant cette mission, (ii) les premiers résultats scientifiques de l'étude des sols réalisée lors de cette mission, (iii) un bref compte-rendu des discussions que nous avons eues avec différents interlocuteurs rencontrés en RCA et au Congo. L'annexe 1 reprend le calendrier de la mission.

2 – Protocoles d'étude

2.1. Protocole d'inventaire de régénération

Pour un site donné et une position topographique donnée (ex. plateau ou versant), nous avons convenu que le protocole d'inventaire de régénération ait les caractéristiques suivantes (Fig. 1):

- Définition d'une zone d'étude de 100 ha (= rectangle de 500 m x 2000 m) représentative du site et/ou de la position topographique. Cette zone d'étude est parcourue par un layon central d'une longueur de 2000 m.
- Au sein de la zone d'étude, répartition de cinq parcelles de 500 m² (= rectangle de 50 m x 10m) suivant un échantillonnage en grappe. Plus précisément, soit à gauche, soit à droite du layon central, de manière aléatoire, à une distance choisie uniformément dans [5m,245m]. Ces bornes assurent que les parcelles sont bien contenues dans la zone d'étude.
- Au sein de chaque parcelle de 500 m², réalisation d'un inventaire de régénération dans 4 sous-parcelles de 16 m² (= carré de 4 m x 4 m).

Le choix de réaliser l'inventaire de régénération dans 4 sous-parcelles carrées de 16 m² a été pris après avoir effectué la démarche suivante :

- Echantillonnage en plein au sein d'une parcelle de 500 m² de tous les individus ligneux supérieurs à 1m30 DBH et des lianes par J.F. Gillet, A. Fayolle, S. Gourlet-Fleury, Benoit et Léon. Nous avons alors pu calculer empiriquement l'intensité de chaque groupe fonctionnel (=espèces rassemblées au sein de groupes de tempéraments).
- En supposant que la position des individus est issu d'un processus ponctuel marqué (les marques représentant les groupes fonctionnels) dont les intensités sont celles calculées empiriquement sur l'échantillonnage en plein, nous avons procédé à des simulations pour tester le nombre de carrés nécessaires ainsi que leur dimension pour estimer correctement les intensités de chaque groupe.

Sur la base de la précision de l'estimation (relative à la valeur de l'intensité), nous avons montré qu'il fallait 4 sous-parcelles de 4 m x 4 m. Ce résultat est un compromis entre estimation « acceptable » et surface échantillonnée pris en concertation avec S. Gourlet-Fleury (Fig. 2).

2.2. Protocole de suivi de la teneur en eau

Le dispositif de Mbaïki a été choisi comme un des sites du projet CoForChange pour suivre la teneur en eau des sols sur une durée d'un an, avec une fréquence mensuelle.

Après avoir eu un aperçu des sols de Mbaïki par la bibliographie (Freytet 1992) et sur le terrain lors de cette mission (voir §.4.1), nous avons décidé de suivre la teneur en eau sur deux types de sols :

- sol ferrallitique typique modal, profond, rouge (Unité de sol 21), représenté par la fosse Pr7 (F1P4C4A340)
- sol ferrallitique typique modal, profond, beige (Unité de sol 23), représenté par la fosse Pr4 (F1P5C1ZT)

Le protocole de suivi de la teneur en eau, concernant le prélèvement des échantillons et les mesures, est décrit ci-dessous.

Appareillage

Tarière (Hélic, 8 mm)

Sacs plastiques

Récipients (ou boîtes) en métal allant au four. Exemple : barquettes alu de congélation

Etuve (à défaut four de cuisine) chauffée à 105 °C

Balance sensible à $\pm 1/1000$ de la valeur mesurée (ex. ± 1 g pour 1 kg de sol)

Idéalement : Dessiccateur étanche, dans lequel l'air sera maintenu sec au moyen de gel de silice

Protocole terrain

Tous les mois, de préférence en fin de mois, faire un sondage tarière qui se trouve à proximité (environ 5 m) de la fosse Pr7 et à l'intérieur de la parcelle, mais en évitant une zone qui a été tassée (par exemple à cause de la présence d'un layon).

Mettre une rubalise sur l'arbre le plus proche en notant la date de prélèvement.

Après avoir enlevé avec une truelle ou une machette la partie du sol « polluée » par les couches supérieures, recueillir un échantillon de sol dans un sac plastique pour chacune des profondeurs suivantes : [10-20 cm], [30-40 cm], [50-60 cm], [70-80 cm], [90-100 cm] et [110-120 cm]. Noter sur le plastique, la fosse de référence (Pr7), la profondeur de l'échantillon et la date de prélèvement. Fermer le plastique.

Appliquer le même jour ce même protocole terrain, mais cette fois autour de la fosse Pr4. Relever pour ce mois la pluviosité du site (Boukoko) et du camp (Mbaïki).

Ce protocole terrain sera répété chaque mois, en choisissant un emplacement distant d'1 à 2 m de l'emplacement du mois précédent et en se plaçant dans des sols similaires à la fosse de référence (Pr7 ou Pr4). En tenant compte de la cartographie des sols de Mbaïki (Freytet 1992), nous préconisons alors de suivre (i) un arc de cercle autour de la fosse Pr7, dans le carré 4 de la parcelle 4, pour les sondages tarière associés à la fosse Pr7 (Fig. 3) (ii) une ligne parallèle au côté nord du carré 1 de la parcelle 5, pour les sondages tarière associés à la fosse Pr4 (Fig. 4).

Protocole laboratoire

De retour au camp/laboratoire, transférer chaque échantillon de sol dans un récipient en métal sur lequel on aura noté un numéro de 1 à 12 qui correspond à l'échantillon terrain correspondant (Tab. 1).

Peser immédiatement l'échantillon (sol humide) et son contenant (récipient en métal) → M_1

Laisser sécher à l'air libre environ une à deux semaine(s) les échantillons de sol (facultatif).

Mettre l'échantillon et son contenant dans une étuve à 105°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Sortir l'échantillon et son contenant de l'étuve et le mettre dans un dessiccateur pour qu'il refroidisse en air sec sans reprendre d'humidité.

Peser l'échantillon et son contenant immédiatement après l'avoir sorti du dessiccateur (ou du four si pas de dessiccateur) → M_2

Transférer l'échantillon de sol sec dans le plastique terrain correspondant et le conserver.

Peser le contenant (récipient en métal = tare) → M_{tare}

Définition, calcul

La teneur massique en eau (W) est le rapport entre la quantité d'eau (Me) extraite d'un sol qui est chauffé à l'étuve à 105°C et la masse de sol sec (Ms). Elle est exprimée en pourcentage de la masse de sol sec.

$$W = Me/Ms \times 100$$

$$W = (M_1 - M_2)/(M_2 - M_{tare}) \times 100$$

2.3. Protocole charbon de bois

Après consultation de la bibliographie (Ohlson & Tryterud 2000, Hammond et al. 2007, Tovar 2010) et différentes discussions au cours de la mission, nous préconisons d'adopter le protocole « charbon de bois » suivant :

Recherche de charbons de bois uniquement macroscopiques (taille d'au moins $500\ \mu\text{m} = 0,5\ \text{mm}$) qui sont des proxys d'anciens feux locaux, au contraire des charbons de bois microscopiques qui sont des indicateurs de feux à une échelle régionale (Ohlson & Tryterud 2000).

Les charbons de bois macroscopiques seront à rechercher au cours de 3 étapes qui sont associées au protocole d'inventaire de régénération (voir §.2.1, Fig. 1) :

- Lors des cinq sondages tarière qui sont réalisés sur le layon central nord-sud, aux points PK0, PK500m, PK1000m, PK1500m, et PK2000m.
- Lors de la description de la fosse de référence de la zone d'étude qui est positionnée au centre de la zone d'étude vers PK1000m.
- Lors de trois sondages tarière qui sont réalisés au sein de chaque parcelle de $500\ \text{m}^2$, au centre, au sud et au nord de la parcelle. Pour cette étape, nous nous sommes posés la question si, de manière similaire à Hammond et al. (2007), nous devons utiliser un tamis (→ pour être certain de ne pas rater des charbons de bois), et si nous devons suivre un échantillonnage séquentiel (si absence de charbons de bois, alors réalisation de sondages tarière supplémentaires, voire ouverture d'une petite fosse jusqu'à 60 cm de profondeur). Finalement, nous n'avons pas retenu ces deux protocoles pour le temps supplémentaire occasionné (tamis) et pour rester homogène dans l'effort d'échantillonnage quel que soit le site d'étude.

Les charbons de bois trouvés dans les sondages tarière et les fosses seront notés et prélevés en vue d'estimer leur abondance en fonction des sites et, pour certains d'entre eux, de les dater au ^{14}C .

2.4. Protocole composition isotopique du carbone du sol

Nous rappelons le protocole d'échantillonnage qui avait été décidé avant cette mission en vue de mesurer la composition isotopique du carbone du sol (Freycon 2009).

Les prélèvements des échantillons seront effectués au sein de fosses situées de préférence au sommet des interfluvies (collines, plateaux, ...) pour éviter les phénomènes de colluvionnement qui brouillent le signal de $\delta^{13}\text{C}$ dans les horizons subsuperficiels.

Les prélèvements seront effectués au moins jusqu'à 150 cm de profondeur, ce qui devrait permettre, d'après les études menées en Afrique centrale (Schwartz et al. 1992, Delègue et al. 2001, Guillet et al. 2001) (i) de couvrir au moins une période jusqu'à 2500 ^{14}C yr BP au cours de laquelle a eu lieu une réduction de la forêt (Maley 2001), (ii) de détecter une transition savanes → forêts. Une profondeur de 2 m serait l'idéale pour détecter une transition forêts → savanes → forêts.

L'échantillonnage sera plus fin jusqu'à 1 m de profondeur et plus grossier après 1 m de profondeur.

Finalement, pour une fosse de 150 cm de profondeur, nous préconisons d'effectuer 13 prélèvements de sols aux profondeurs suivantes :

[0-5cm], [10-15cm], [20-25cm], [30-35cm], [40-45cm], [50-55cm], [60-65cm], [70-75cm], [80-85cm], [90-95cm], [100-110cm], [120-130cm] et [140-150cm].

Il sera nécessaire de recueillir environ 250 g de sol par échantillon de sol. Une partie de l'échantillon sera broyée avant de mesurer la composition isotopique du carbone. L'autre partie sera gardée pour effectuer éventuellement des analyses classiques (C, N, analyses granulométriques) qui pourront expliquer, si nécessaire, des profils de $\delta^{13}\text{C}$ particuliers, indépendamment de changements de végétation (Wynn et al. 2005).

3 – Transect RCA

Cette mission nous a permis de parcourir la RCA de Bangui à Nola et par conséquent de croiser différents substrats géologiques (Fig. 5), différentes unités géomorphologiques (Fig. 6) et différentes classes issues de la classification d'une image satellitaire MODIS (Fig. 7). Quelques photos illustrent ce transect (Fig. 8).

4 – Etude morphologique des sols

4.1. Sols de Mbaiki

Site

Forêt semi-décidue (d'après image MODIS), non exploitée, sur grès-quartzites (Fig. 5, 6, 7, 9, 10).

M & M

6 sondages tarière effectués au sein du dispositif expérimental, sur le site de Boukoko

Observation rapide de 6 fosses (Pr1, Pr2, Pr4, Pr5, Pr6, Pr7) sur les sites de Boukoko et La Lolé, déjà ouvertes et décrites par Freytet (1992).

2 fosses pédologiques (Pr4, Pr7) décrites (Annexe 2, Annexe 3). Recueil d'échantillons de sols en vue d'analyses chimiques (WRB, pH, densité apparente, $\delta^{13}\text{C}$ – Annexe 8)

Résultats

La prospection du dispositif forestier de Mbaïki, nous a conduits à distinguer deux grands types de sols (Annexe 4):

- Des sols profonds, argilo-sableux (sandy-clay loam – Soil Taxonomy), rouge sombre (2.5YR) ou brun-jaune (10YR), avec l'absence d'éléments grossiers et de taches. Ces sols sont typiques de sols ferrallitiques (Ferralsols WRB 1996), même si le caractère micro-agrégé, bien perceptible dans les sondages tarière, n'était pas très net sur les fosses Pr4 et Pr7, certainement à cause de la saison sèche et à l'artefact lié aux fosses ouvertes depuis 1991.
- Des sols peu profonds, à cause de la présence à faible profondeur de la présence soit de la roche-mère, soit d'un horizon riche en quartz ou bien riche en graviers de cuirasse.

Nous avons retrouvé trois des quatre grands types de sols qui avaient été cartographiés par Freytet (1992) et classés suivant la classification CPCS en (i) sols ferrallitiques typiques et profonds, (ii) sols ferrallitiques gravillonnaires, (iii) sols ferrallitiques indurés de surface.

Parfois, la correspondance n'a pas été parfaite entre nos observations et la carte des sols. Par exemple, pour le sondage s2, nous avons trouvé un sol ferrallitique typique alors que, d'après la carte des sols, nous aurions dû trouver un sol ferrallitique gravillonnaire de surface (Annexe 4). Ces différences peuvent provenir (i) de nos observations à la tarière qui ont été réalisées parfois seulement jusqu'à 80 cm, (ii) des limites peut-être imprécises entre les unités de sol de la carte des sols (iii) et/ou de la non correspondance parfaite entre la classification CPCS et la classification WRB.

D'un point de vue morphologique, les profils Pr4 et Pr7 sont similaires. Ils se différencient essentiellement par leur couleur (respectivement brun-jaune 10YR et rouge sombre 2.5YR) et à un degré moindre par leur texture (Pr4 plus sableux que Pr7) et la présence de taches (très peu nombreuses dans l'horizon [50-90 cm] dans Pr4 vs totalement absente dans Pr7). Les analyses physico-chimiques devraient confirmer ces similitudes et différences (§. 4.3).

4.2. Sols de Mokabi, site 3

Site

Forêt semi-décidue, sur grès de Carnot (Fig. 5, 6, 7, 11)

M & M

5 sondages tarière effectués le long du layon d'inventaire de régénération, aux distances 0 m, 500 m, 1000 m, 1500 m et 2000 m.

2 sondages tarières effectués au sein des placettes P1 et P2 d'inventaire de régénération.

1 fosse pédologique (Mokabi-Site 3) ouverte et décrite (Annexe 5). Recueil d'échantillons de sols en vue d'analyses chimiques (WRB, pH, densité apparente, $\delta^{13}\text{C}$ – Annexe 8)

Résultats

Nous avons observé sur la zone d'étude un grand type de sol : sol profond, sablo-(argileux) (loamy sand – Soil taxonomy), rouge (2.5YR) avec l'absence d'éléments grossiers et l'absence de taches. Ce sol ressemble au sol ferrallitique psammitique qui avait été décrit par Boulvert (1983) sur les grès de Carnot.

4.3. Sols de Mokabi, site 1

Site

Forêt semi-décidue, sur grès, série de Bambio (Fig. 5, 6, 7, 12)

M & M

6 sondages tarière effectués le long du transect 1 qui allait d'un plateau à un bas-fonds.

2 sondages tarière effectués le long du transect 2, qui correspondait à un layon d'inventaire de régénération, aux distances 0 m et 500 m.

1 fosse pédologique (Mokabi-Site 1) ouverte et décrite (Annexe 6). Recueil d'échantillons de sols en vue d'analyses chimiques (WRB, pH, densité apparente, $\delta^{13}\text{C}$ – Annexe 8)

Résultats

Nous avons observé sur la zone d'étude un grand type de sol : sol profond, sablo-(argileux) (loamy sand – Soil taxonomy), rouge (2.5YR), avec l'absence d'éléments grossiers et l'absence de taches. Ce sol ressemble au sol ferrallitique psammitique qui avait été décrit par Boulvert (1983) sur les grès de Carnot.

Le sol de bas-fonds a des propriétés différentes mais il n'est pas développé, les placettes de régénération n'étant a priori pas installées sur ce type de position topographique.

4.4. Comparaison morphologique des sols

D'un point de vue morphologique, les sols de Mbaïki (sur grès-quartzites) et de Mokabi (sur grès) se distinguent principalement par leur texture, respectivement argilo-sableuse (sandy-clay loam) et sablo-(argileuse) (loamy sand). A priori, ces différences de texture devraient conduire à des différences de caractéristiques chimiques et de réserve en eau, avec comme hypothèse : les sols de Mbaïki, plus argileux, ont une meilleure fertilité chimique et une meilleure réserve en eau utile que les sols de Mokabi.

Les sols se distinguent aussi par leur couleur suivant un gradient qui oppose les sols ferrallitiques rouges sombres (2.5YR) aux sols ferrallitiques brun-jaune (10YR) de Mbaïki, avec une couleur intermédiaire rouge (2.5YR) des sols de Mokabi (Fig. 13)

4.5. Sols et termites

Nous avons souvent rencontré en forêt des termitières (Fig. 14), notamment sur les grès de Mokabi. Il est connu que les termitières modifient leur environnement immédiat avec des teneurs en argile, carbone, calcium ... plus élevées au niveau d'une termitière que dans les sols environnants. Pour atteindre l'eau, les termites peuvent construire des galeries allant jusqu'à 20 m, 30 m, voire 50 m !!

Quelques questions ont été soulevées :

- les termitières sont-elles des témoins d'anciennes savanes ?

- quand on observe un arbre au milieu d'une termitière, est-ce l'arbre qui s'est installé sur une termitière existante ? Ou bien, est-ce la termitière qui s'est installée autour d'un arbre ?

De la bibliographie s'impose. A suivre ...

5 – Caractéristiques physico-chimiques des sols

5.1. Résultats

Le Tab. 2 synthétise les principales caractéristiques granulométriques et chimiques des quatre fosses. La Fig. 15 montre les résultats d'une ACP qui a été réalisée sur un tableau plus complet que le Tab. 2. Le Tab. 3 présente les données (humidités à différents pF, densité apparente) qui ont permis de calculer la réserve en eau utile (capacité maximale de rétention en eau disponible pour la plante) de chaque fosse, en considérant une profondeur d'enracinement de 1m30.

Nous présentons successivement :

- une vision globale des variabilités inter-sites et intra-sites
- la variabilité intra-site des sols sur grès-quartzites de Mbaiki (sol rouge vs sol brun-jaune)
- la variabilité intra-site des sols sur grès de Mokabi (sol sur grès de Carnot vs sol sur grès de Bambio)
- la variabilité inter-sites (sols sur grès-quartzites de Mbaiki vs sols sur grès de Mokabi).

5.2. Vision globale des variabilités inter-sites et intra-sites

L'axe 1 de l'ACP correspond à un axe de fertilité et de granulométrie puisqu'il oppose des sols avec une teneur en argile et une CEC élevées (relativement au jeu de données) à des sols riches en sables grossiers et avec des valeurs de C/N élevées.

L'axe 2 de l'ACP correspond à un axe de profondeur, puisqu'il oppose les sols riches en C, N et P assimilable aux sols plus acides et avec des valeurs élevées d'aluminium échangeable.

L'ACP distingue clairement les sols sur grès-quartzites de Mbaiki des sols sur grès de Mokabi (Fig. 15). Par contre, l'ACP suggère des sols similaires au sein d'un même substrat géologique, grès-quartzite ou bien grès.

Etudions ces différents points plus dans le détail

5.3. Sols sur grès-quartzites de Mbaiki : sol ferrallitique rouge (Pr7) vs sol ferrallitique jaune (Pr4)

Ces deux types de sols ont une granulométrie similaire (Argile [18 ; 32%] ; Limons [3 ; 5%] ; Sables [64 ; 79%]), même si la teneur en sables grossiers est légèrement plus élevée sur le profil Pr4. Cette légère différence de granulométrie peut expliquer pourquoi nous avons perçu une texture plus sableuse dans ce profil par rapport au profil Pr7.

Ces deux types de sols ont des caractéristiques chimiques similaires (pH, CEC, teneur en carbone, ...).

La seule différence significative provient d'une teneur en fer (extrait CBD) plus faible dans le profil Pr4.

La réserve en eau utile du profil Pr7 est un peu plus élevée (148 mm) que celle du profil Pr4 (129 mm).

A relier certainement avec une teneur en sable grossier relativement plus faible dans le profil Pr7.

Finalement, malgré leur différence de couleur (Pr7, rouge sombre vs Pr4, brun jaune), ces deux types de sols sont assez similaires par leur propriétés granulométriques, chimiques et de réserve en eau. La couleur différente de ces deux types de sol provient certainement d'une différence de la nature des oxydes de fer (hématite pour Pr7 vs goéthite pour Pr4) qui résulterait de conditions générales plus drainantes et sèches pour le profil Pr7. Le suivi mensuel de la teneur en eau de ces deux profils devrait permettre de confirmer ce point.

5.4. Sol sur grès de Mokabi : grès de Carnot (Mokabi-site3) vs grès de Bambio (Mokabi-site1)

Ces deux types de sols ont une granulométrie similaire (Argile [9 ; 16%] ; Limons [0 ; 2%] ; Sables [83 ; 90%]), même si la teneur en argile (resp. sables grossiers) est un peu plus élevée (resp. plus faible) sur le sol sur grès de Bambio de Mokabi-site1. Ce résultat est contradictoire avec celui de Boulvert (1983) puisqu'il observait en moyenne des sols sur grès de Bambio moins argileux que des sols sur grès de Carnot.

Ces deux types de sols ont des caractéristiques chimiques similaires.

La réserve en eau utile du profil Mokabi-site1 est un peu plus élevée (95 mm) que celle du profil Mokabi-site3 (66 mm). A relier certainement avec une teneur en argile un peu plus élevée sur le profil Mokabi-site1.

Finalement, les sols gréseux de ces deux séries sont assez similaires. Dans ce cas, la différence de substrat géologique détectée par les géologues n'implique pas de différences majeures sur les propriétés des sols correspondants. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Boulvert (1983) qui trouvait peu de différences entre les sols de ces deux séries.

Par contre, nous avons trouvé que le sol sur grès de Carnot de Mokabi-site3 est plus sableux ([85 ; 90%] vs [70 ; 80%]) et en parallèle moins argileux ([9 ; 14%] vs [12 ; 24%]) que le sol de référence BER21 des sols sur grès de Carnot de Boulvert (1983) (Tab. 2). Ce sol a aussi une fertilité chimique plus faible que BER21 (ex. Somme des bases échangeables : [0,1 ; 0,2 cmol+/kg] vs [0,5 ; 3 cmol+/kg]). Cette différence provient-elle de la différence de végétation environnante pour ces deux profils (Forêt semi-décidue pour Mokabi-site 3 vs savane arbustive pour BER21) ? Peut-être mais on se serait plutôt attendu intuitivement à un résultat inverse, vu le rôle potentiel de la forêt qui limite, par sa couverture végétale, l'entraînement des éléments fins.

5.5. Sol sur grès-quartzites de Mbaiki (Pr4 et Pr7) vs sol sur grès de Mokabi (site3 et site1)

Les sols sur grès-quartzites de Mbaiki sont différents des sols sur grès de Mokabi d'après :

- leur granulométrie : sandy-clay loam (A=25% L=4% S=71%) vs loamy-sand (A=11% L=1% S=87%)
- leurs propriétés chimiques : pH (4,8 vs 4,1), C/N (11 vs 14), Acidité d'échange (due à Al^{3+} vs H^+), somme des bases échangeables (0,7 vs 0,3 me/100 g)
- leur réserve en eau utile jusqu'à 1m30 de profondeur (138 vs 81 mm)

Par contre, ces deux groupes de sols ont une teneur en phosphore assimilable similaire, voire un peu plus élevée sur grès de Carnot en profondeur.

Finalement, les sols sur grès-quartzites, plus argileux, ont une fertilité chimique un peu plus élevée que les sols sur grès. Mais cette fertilité chimique reste faible.

Ces deux groupes de sols se distinguent davantage par leur réserve en eau utile qui, pour un sol de 1m30 de profondeur, est plus importante pour les sols sur grès-quartzites.

Conséquence : la réserve en eau expliquerait davantage que la fertilité chimique les différences de patterns de végétation entre grès-quartzites (semi-décidue) et grès (sempervirent).

6 – Indices du passé

Lors de cette mission, nous avons prélevé 19 échantillons de charbons de bois parmi 21 observés à la fois sur grès-quartzites et sur grès (Annexe 10). Nous avons trouvé davantage de charbons de bois sur grès mais cela peut être lié à une prospection plus poussée.

L'analyse $\delta^{13}\text{C}$ des échantillons de deux fosses (Mbaiki-Pr7, Mokabi-site1) (Fig. 16) nous donne les indications suivantes :

On observe une diminution classique du $\delta^{13}\text{C}$ d'environ 2‰ entre la surface du sol [0 - 5 cm] et 20 cm de profondeur, qui correspond à un fractionnement isotopique lié à l'activité humaine du dernier siècle (Effet Suess).

Au-delà de 20 cm de profondeur, les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ continuent à diminuer jusqu'à -21 et -24‰, respectivement pour Mbaiki-Pr7 et Mokabi-Site1. Ce, avec des changements rapides de valeurs entre 50 et 70 cm pour les deux profils. Ces variations de $\delta^{13}\text{C}$ peuvent a priori s'expliquer par un changement de végétation passé ou bien par des différences de fonctionnement du sol (Wynn et al. 2005).

Pour un profil donné, les proxys (C/N, granulométrie) du fonctionnement du sol (vitesse de minéralisation) sont similaires pour les différents horizons qui le caractérisent (Tab. 2). Nous retenons alors l'hypothèse d'un changement de végétation passé pour expliquer les profils isotopiques de Mbaiki-Pr7 et Mokabi-site1 : forêt tropicale humide actuelle remplacée dans le passé par une forêt tropicale sèche et/ou un mélange forêt-savanes. Ce résultat est cohérent avec Maley (2001) qui a montré l'existence d'une phase sèche il y a 2500 BP en Afrique centrale, durant laquelle la forêt avait régressé. Par contre, nous ne pouvons pas conclure si les différences de profils entre Mbaiki-Pr7 et Mokabi-site1, sont dus (i) à des changements de végétation passés différents et plus marqués sur Mbaiki-Pr7 (ii) ou bien à des différences de fonctionnement de ces deux sols. En effet, Mbaiki-Pr7 a une teneur en argile plus élevée que Mokabi-site1 et une meilleure minéralisation de la matière organique (C/N = 11 vs 14) ce qui peut suffire pour expliquer des valeurs moins négatives (Bird et al. 2003) et finalement un profil isotopique différent de celui de Mokabi-site1.

Enfin, l'écart entre ces deux profils des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ à proximité de la surface, laisse penser que la forêt de Mokabi-site1 a une signature isotopique qui se rapproche d'une forêt tropicale humide tandis que la forêt de Mbaiki-Pr7 a une signature isotopique qui se rapproche d'une forêt tropicale sèche.

Ces résultats s'expliquent si les arbres de Mokabi-site1 subissent moins de stress hydrique que les arbres de Mbaiki-Pr7.

A priori, ce moindre stress hydrique peut-être dû à :

- des conditions climatiques plus favorables à Mokabi qu'à Mbaiki, par exemple des précipitations plus élevées, une longueur de saison sèche plus faible, une ETP plus faible.
- une réserve en eau disponible plus importante pour les sols de Mokabi que pour les sols de Mbaiki

Vu le faible gradient climatique entre ces deux sites (ex. longueur de la saison sèche. Fig. 17), nous retenons l'hypothèse d'une réserve en eau disponible plus importante à Mokabi. Comme, pour une profondeur d'1m30 la réserve en eau disponible est plus faible à Mokabi qu'à Mbaiki (voir §. 5.5), cette réserve en eau disponible sera plus importante seulement si la prospection racinaire est plus profonde sur les sols sur grès de Mokabi par rapport aux sols sur grès-quartzites de Mbaiki. Cette hypothèse est cohérente avec les résultats de Yamada et al. (2005) qui ont montré que les espèces d'arbres spécialistes des sols sableux développent des systèmes racinaires plus profonds que les espèces d'arbres spécialistes de sols argileux. Laclau et al. (2001) ont montré que sur des sols sableux du Congo, les racines d'Eucalyptus sont encore abondantes à 3 m de profondeur et encore présentes au moins jusqu'à 5 m de profondeur. Aussenac & Valette (1982) ont aussi montré qu'en zone méditerranéenne, dans des stations climatiquement difficiles, les arbres avaient développé un

enracinement susceptible d'exploiter les réserves profondes d'eau. On peut donc supposer que les espèces adaptées aux sols plus sableux issus des grès ont développé un système racinaire plus profond que les espèces adaptées aux sols sur grès-quartzites.

L'analyse $\delta^{13}\text{C}$ des échantillons des deux autres fosses de cette mission (Boukoko-Pr4, Mokabi-site3) permettront de vérifier si nos premiers résultats tirés de ces deux premières fosses sont généralisables. A suivre ...

7 – Poto-potos

On ne pouvait pas terminer ce rapport de mission sans évoquer la traversée épique des fameux potos-potos. Quelques photos restituent cette ambiance (Fig. 18)

Bibliographie

- Aussenac, G. & Valette, J.C. (1982) Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Annales Des Sciences Forestieres*, **39**, 41-62.
- Boulvert, Y. (1983) Carte pédologique de la république centrafricaine à 1 : 1 000 000 ORSTOM, Paris.
- Bird, M., Kracht, O., Derrien, D., & Zhou, Y. (2003) The effect of soil texture and roots on the stable carbon isotope composition of soil organic carbon. *Australian Journal of Soil Research*, **41**, 77-94.
- Delegue, M.A., Fuhr, M., Schwartz, D., Mariotti, A., & Nasi, R. (2001) Recent origin of a large part of the forest cover in the Gabon coastal area based on stable carbon isotope data. *Oecologia*, **129**, 106-113.
- Freycon, V. (2009) Préparation terrain 2010 : Echantillonnage des sols pour mesurer la composition isotopique du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) sur le transect n°6 (sud-est Cameroun). Projet CoForChange, Note de travail 7 déc. 2009, 8 p.
- Freytet, F. (1992) Annexe n°1 : Etude pédologique. In Rapport d'activité (février 1991 - avril 1992). Travaux de recherche sur l'aménagement des forêts denses humides. Dispositif de Boukoko - La Lolé, M'Baïki (Lobaye) (eds F. Freytet & G. Tandeau de Marsac). Ministère des eaux et forêts, ONF, Projet FAC/ARRF, Bangui.
- Guillet, B., Achoundong, G., Happi, J.Y., Beyala, V.K.K., Bonvallot, J., Riera, B., Mariotti, A., & Schwartz, D. (2001) Agreement between floristic and soil organic carbon isotope (C-13/C-12, C-14) indicators of forest invasion of savannas during the last century in Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 809-832.
- Hammond, D.S., ter Steege, H., & van der Borg, K. (2007) Upland soil charcoal in the wet tropical forests of central Guyana. *Biotropica*, **39**, 153-160.
- Laclau, J.P., Arnaud, M., Bouillet, J.P., & Ranger, J. (2001) Spatial distribution of Eucalyptus roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. *Tree Physiology*, **21**, 129-136.
- Maley, J. (2001) La destruction catastrophique des forêts d'Afrique centrale survenue il y a environ 2500 ans exerce encore une influence majeure sur la répartition actuelle des formations végétales. *Syst. Geogr. Pl.*, **71**, 777-796.
- Ohlson, M. & Tryterud, E. (2000) Interpretation of the charcoal record in forest soils: forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal. *Holocene*, **10**, 519-525.
- Schwartz, D., Mariotti, A., Trouve, C., Van den Borg, K., & Guillet, B. (1992) Etude des profils isotopiques C13 et C14 d'un sol ferrallitique sableux du littoral congolais. Implications sur la dynamique de la matière organique et l'histoire de la végétation. *Comptes Rendus Académie des Sciences Paris*, **t. 315**, 1411-1417.
- Tovar, C. (2010) Paleo-fire impact on the distribution of current Central African lowland forest, Uniniversity of Amsterdam.
- Wynn, J.G., Bird, M.I., & Wong, V.N.L. (2005) Rayleigh distillation and the depth profile of C-13/C-12 ratios of soil organic carbon from soils of disparate texture in Iron Range National Park, Far North Queensland, Australia. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, **69**, 1961-1973.

Yamada, T., Suzuki, E., Yamakura, T., & Tan, S. (2005) Tap-root depth of tropical seedlings in relation to species-specific edaphic preferences. *Journal of Tropical Ecology*, **21**, 155-160.

Tableau 1 : Protocole de suivi mensuel de la teneur en eau autour de deux fosses de Mbaïki.
Mesures à réaliser chaque mois, pour une date de prélèvement donnée

Id labo récipient	Id sondage tarière terrain			Mesures labo		
	Fosse de référence	Prof.	Date prélèvement	M ₁ (humide)	M ₂ (sec)	M _{tare}
1	Pr7	[10-20 cm]				
2	Pr7	[30-40 cm]				
3	Pr7	[50-60 cm]				
4	Pr7	[70-80 cm]				
5	Pr7	[90-100 cm]				
6	Pr7	[100-120 cm]				
7	Pr4	[10-20 cm]				
8	Pr4	[30-40 cm]				
9	Pr4	[50-60 cm]				
10	Pr4	[70-80 cm]				
11	Pr4	[90-100 cm]				
12	Pr4	[100-120 cm]				

Tableau 2 : Caractéristiques granulométriques et chimiques des sols de Mbaiki et de Mokabi

Id labo	Substrat géologique	Fosse	Prof.	Granulométrie					pH eau	Matière organique			Phosphore		Complexe d'échange, Metson, pH7			FeCBD
				A %	LF %	LG %	SF %	SG %		C %	N ‰	C/N	Total mg/kg	Bray2 mg/kg	Somme me/100g	CEC me/100g	TS %	
1	Grès quartzite	Mbaiki-Pr7	0-15	22	2	2	24	50	4,7	0,9	0,8	11,4	168	2,9	1,0	4,2	23	19,7
2			40	24	2	2	21	51	4,8	0,5	0,4	11,2	168	2,0	0,4	4,2	10	20,9
3			90	32	2	2	22	42	4,8	0,4	0,3	11,3	130	1,8	0,4	4,1	9	22,6
4	Grès quartzite	Mbaiki-Pr4	0-15	18	2	1	13	66	4,7	1,0	0,9	10,9	103	3,7	1,0	3,9	25	6,6
5			30	25	2	2	20	51	4,9	0,7	0,6	11,4	93	2,5	0,9	4,4	21	6,8
6			70	25	3	2	18	53	4,8	0,4	0,3	13,5	85	2,5	0,5	3,2	14	7,0
7			110	30	2	1	14	53	4,8	0,3	0,2	12,9	93	2,0	0,4	4,1	10	7,9
8	Grès Carnot	Mokabi-site 3	0-5	9	0	1	13	77	3,8	0,7	0,5	15,2	113	4,2	0,2	2,3	7	10,1
9			5-15	9	0	1	10	80	4,0	0,4	0,3	16,6	133	2,5	0,2	1,5	13	12,4
10			60	10	0	0	8	81	4,4	0,2	0,1	15,7	140	2,6	0,1	1,2	11	14,0
11			120	14	1	1	14	71	4,5	0,2	0,1	16,9	145	3,1	0,1	1,3	4	14,6
12	Grès Bambio	Mokabi-site 1	0-5	12	1	0	11	77	3,9	1,4	1,0	13,7	175	3,4	0,4	3,3	14	15,5
13			5-15	12	1	1	13	74	4,0	0,6	0,5	13,3	173	2,7	0,1	2,2	6	17,0
14			30	16	1	0	15	68	4,3	0,3	0,2	14,0	175	2,1	0,1	1,4	9	18,3
15			70	15	1	0	11	73	4,3	0,2	0,2	14,6	145	1,9	0,1	1,3	5	19,7
16			130	16	1	1	12	71	4,4	0,2	0,1	13,6	175	2,4	0,1	1,3	4	20,3
	Grès Carnot	BER21	0-7	12	5		80		5,5						3	7	58	
		Boulvert	10-20	16	4		77		5,1						2	6	38	
		(1983)	30-40	17	5		77		5,1						1	5	29	
			55-65	18	5		70		4,8						0,5	4	22	
			100-110	24	6		70		4,7						0,5	3	13	

Tableau 3 : Humidité à différents pF, densité apparente et capacité maximale de réserve en eau disponible pour la plante pour les sols de Mbaïki et Mokabi

Profil	Horizon	Humidité à 105°C (%)					Densité apparente		Réserve utile	
		Prof.	pF 4.2 %	pF 3 %	pF 2.5 %	pF 2 %	Prof.	da	horizon mm	profil mm
Mbaiki-Pr7	0-15	0-15	8,0	9,1	11,0	14,6	0-5 5-10	1,15 1,43	13	148
	15-65	40	8,6	9,7	11,5	17,0	30-35	1,36	56	
	65-130	90	10,7	12,4	14,4	19,3			79	
Mbaiki-Pr4	0-15	0-15	6,5	7,3	9,0	11,4	0-5	1,22	9	129
	15-50	30	8,0	8,4	11,0	13,5	15-20 35-40	1,29 1,49	27	
	50-90	70	8,2	9,6	11,1	15,4			43	
	90-130	110	10,0	10,8	13,0	18,3			50	
Mokabi-site 3	0-5	0-5	3,2	3,4	3,8	5,4	0-5	1,34	1,5	66
	5-15	5-15	3,4	3,4	4,6	5,4			3	
	15-80	60	4,3	4,1	5,7	7,9	15-20 60-65	1,32 1,40	33	
	80-130	120	4,9	5,0	6,0	8,9			29	
Mokabi-site 1	0-5	0-5	5,0	5,2	6,5	9,0	0-5	1,15	2	95
	5-15	5-15	5,0	5,3	6,0	8,6	10-15	1,49	4	
	15-50	30	5,2	5,6	6,9	9,7	35-40	1,49	24	
	50-130	70 130	5,8 6,4	5,9 6,9	7,4 7,8	11,2 10,6			65	

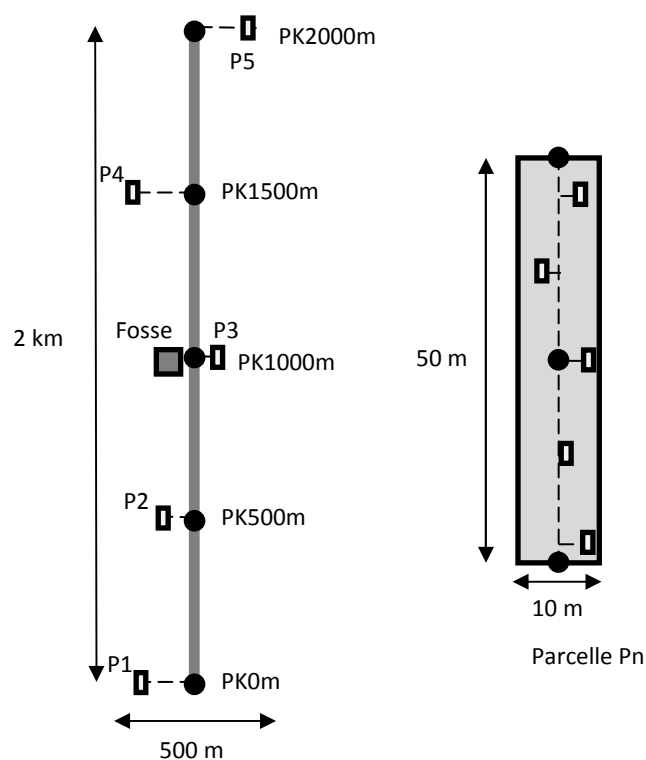


Figure 1 : Protocole d'inventaire de régénération

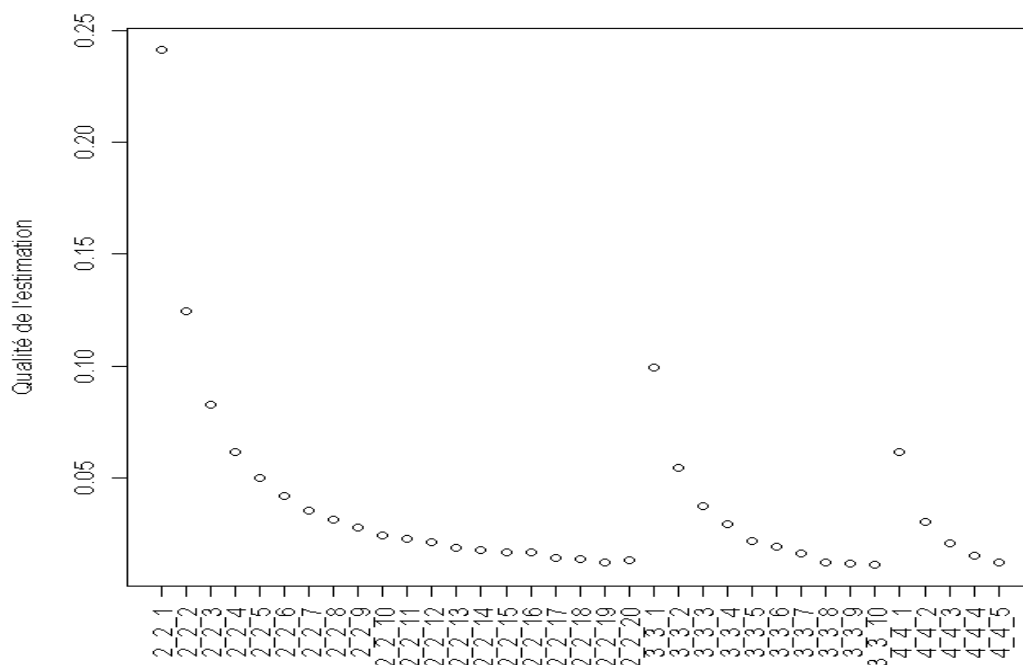
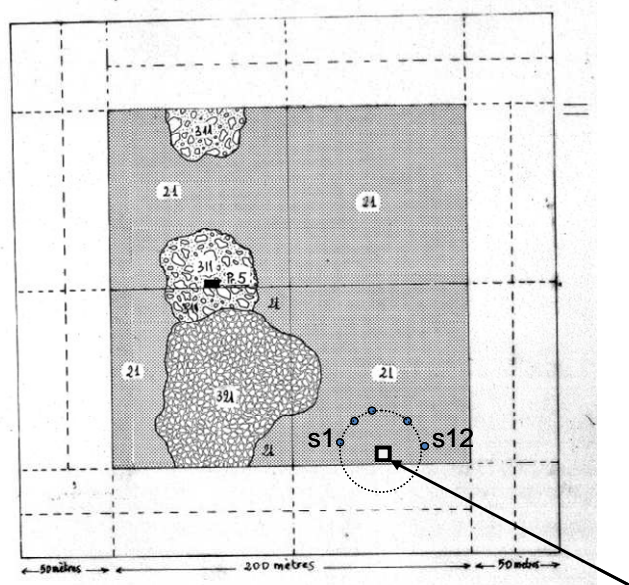


Figure 2 : Qualité de l'estimation de l'intensité du groupe fonctionnel le plus abondant en fonction de la taille et du nombre de sous-parcelles (longueur_largeur_nombre)

Boukoko, Parcelle 4

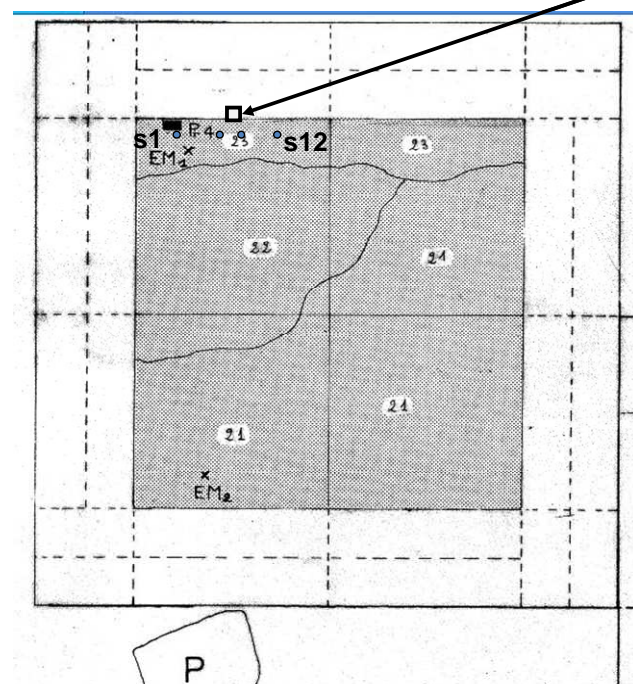


Fosse Pr7



Figure 3 : Localisation des sondages tarière (s1, ..., s12) à effectuer autour de la fosse Pr7 pour le suivi mensuel de la teneur en eau du sol

Boukoko, Parcelle 5



Fosse Pr4



Figure 4 : Localisation des sondages tarière (s1, ..., s12) à effectuer à proximité de la fosse Pr4 pour le suivi mensuel de la teneur en eau du sol

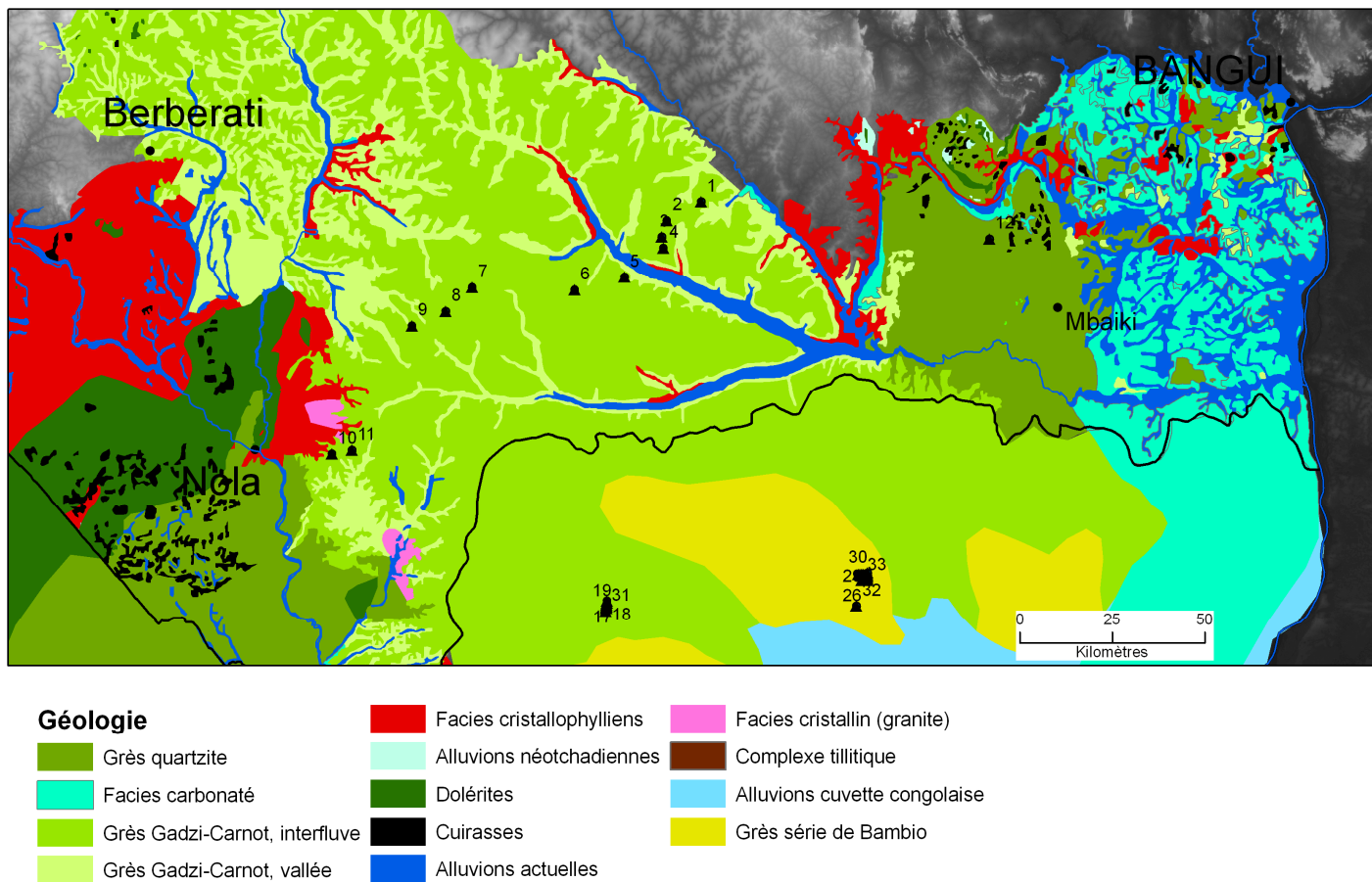


Figure 5. Carte géologique de la zone d'étude d'après Boulvert (1996)
Les numéros correspondent à Id_GPS de l'Annexe 11

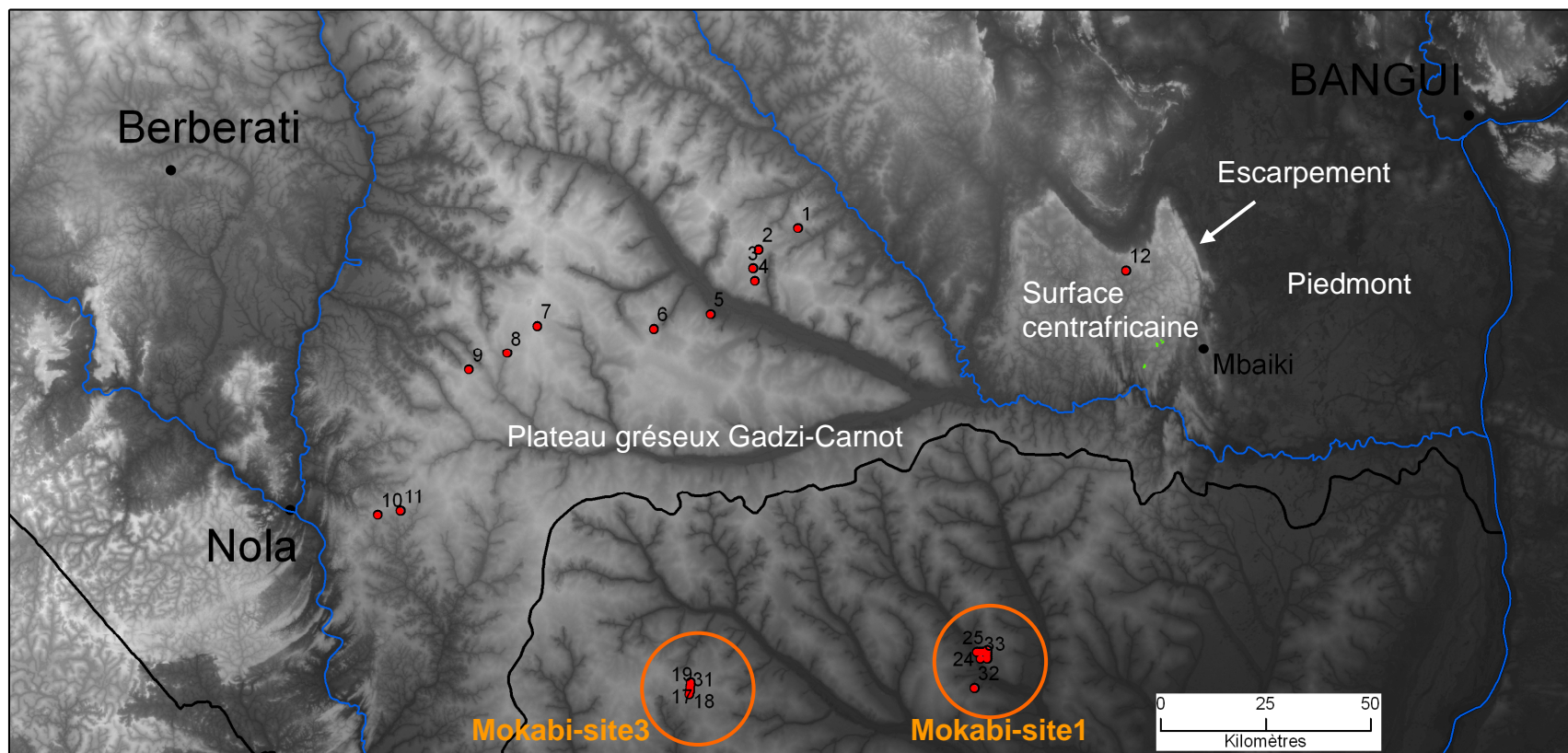


Figure 6. Carte SRTM de la zone d'étude
Les numéros correspondent à Id_GPS de l'Annexe 11

Classification de la végétation (MODIS)

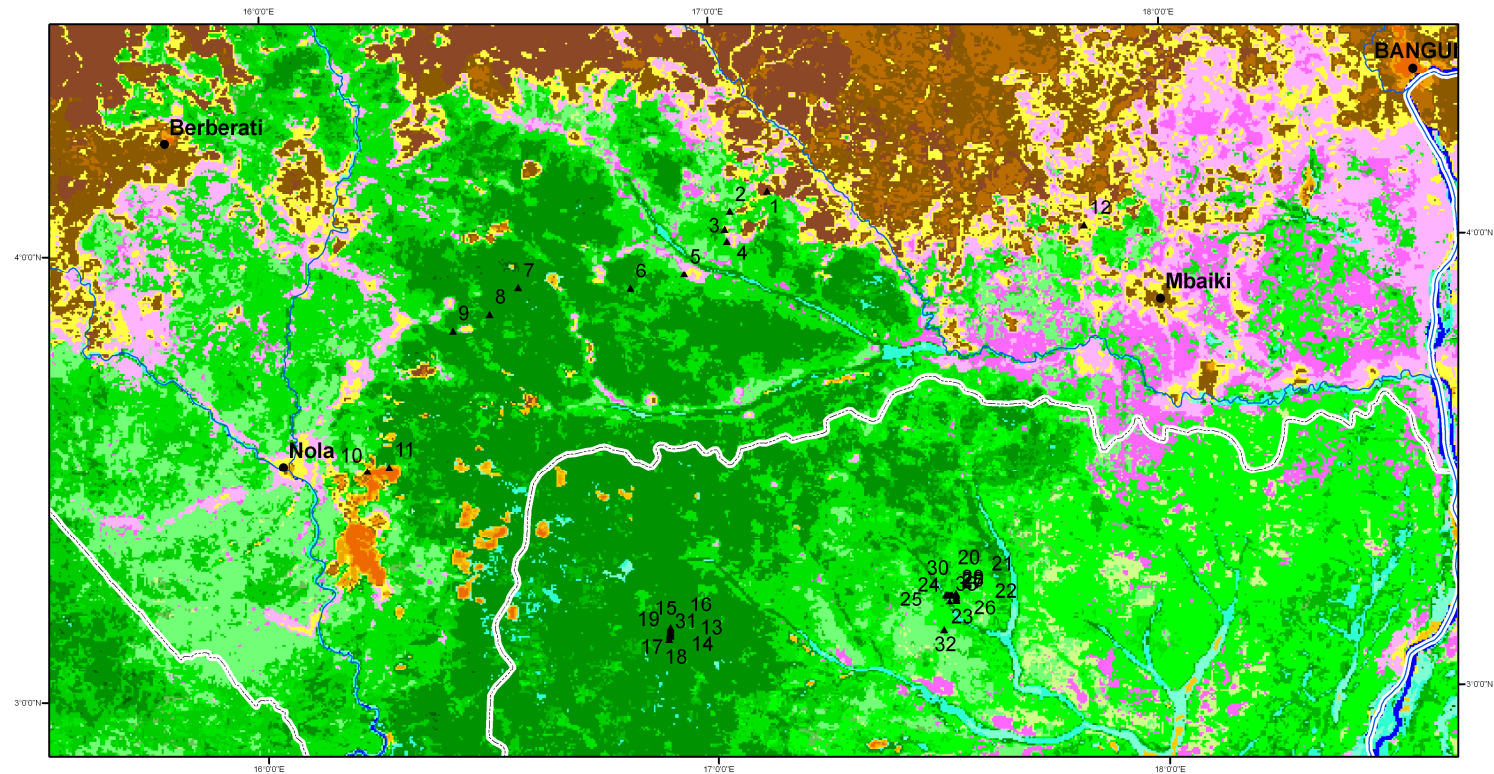
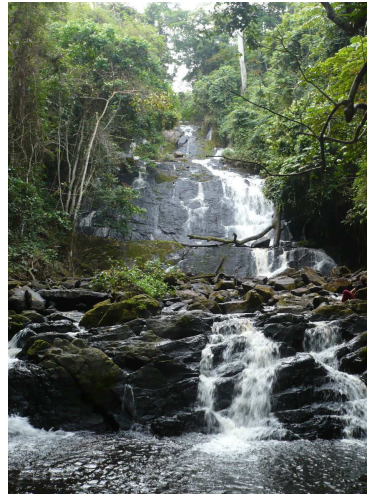


Figure 7. Classification MODIS de la zone d'étude (d'après Gond et al. Communication personnelle)
Les numéros correspondent à Id_GPS de l'Annexe 11



Escarpement entre le piedmont et la surface centrafricaine, visible à proximité de Mbaiki



Chutes de Mbéko, témoin de l'escarpement piedmont-surface centrafricaine



Gneiss observé sur la surface centrafricaine juste avant la Lobaye et le contact avec les grès de Carnot



Végétation mixte forêt très dégradée-culture (Classe MODIS rose, Id_GPS 5)



Forêt très ouverte et sous-bois très dense (Classe MODIS vert sombre, Id_GPS 8)



Savane cultivée et plantée vers un village pygmée (Classe MODIS orange, Id_GPS 10)

Figure 8. Photos prises entre Bangui et Nola illustrant les unités géomorphologiques, géologiques et classes MODIS

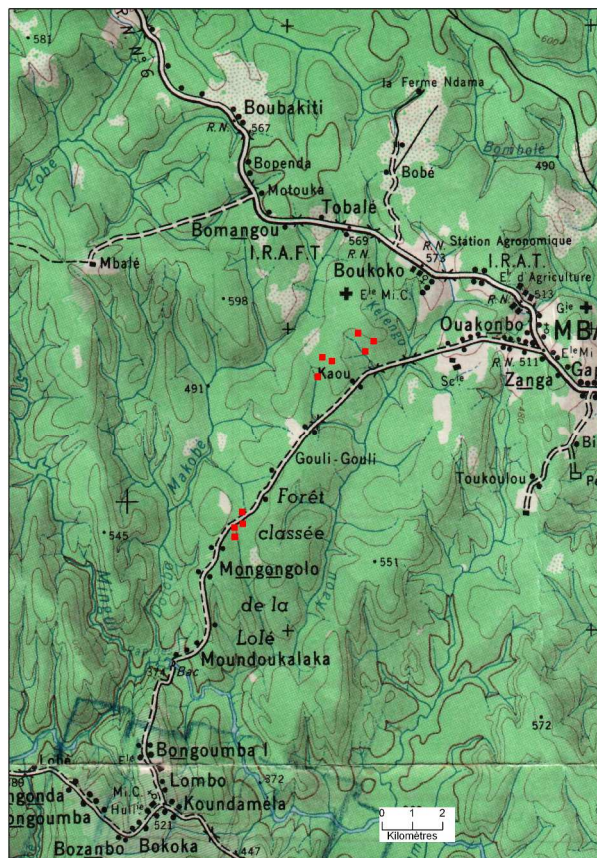


Figure 9. Carte topographique de la zone d'étude de Mbaïki

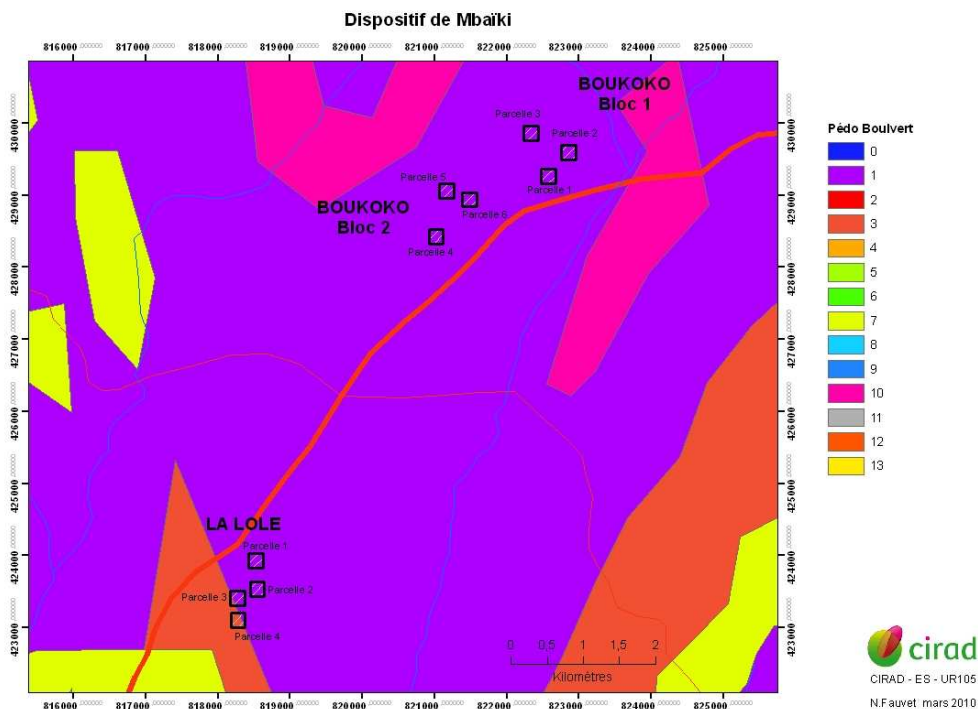


Figure 10. Extrait de la carte pédologique à 1/1 000 000 de Boulvert (1983) sur Mbaïki

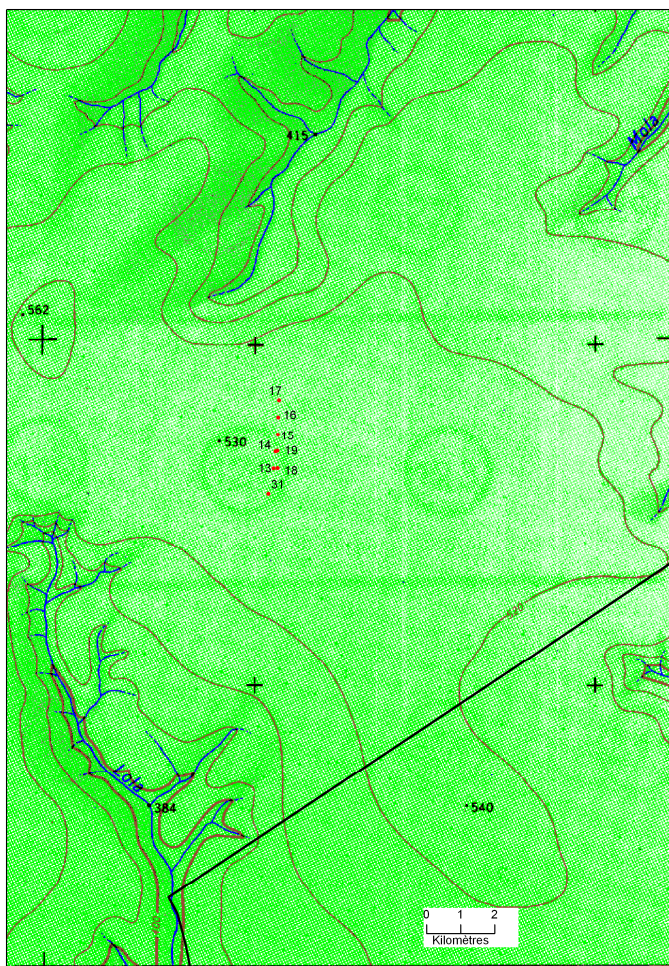


Figure 11. Carte topographique de la zone d'étude de Mokabi-site3

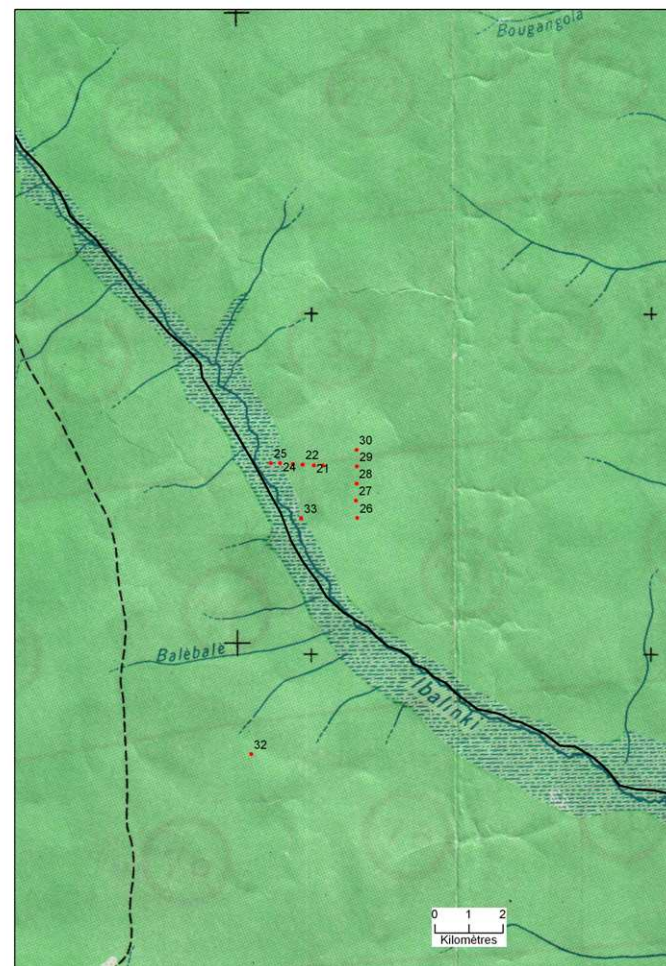
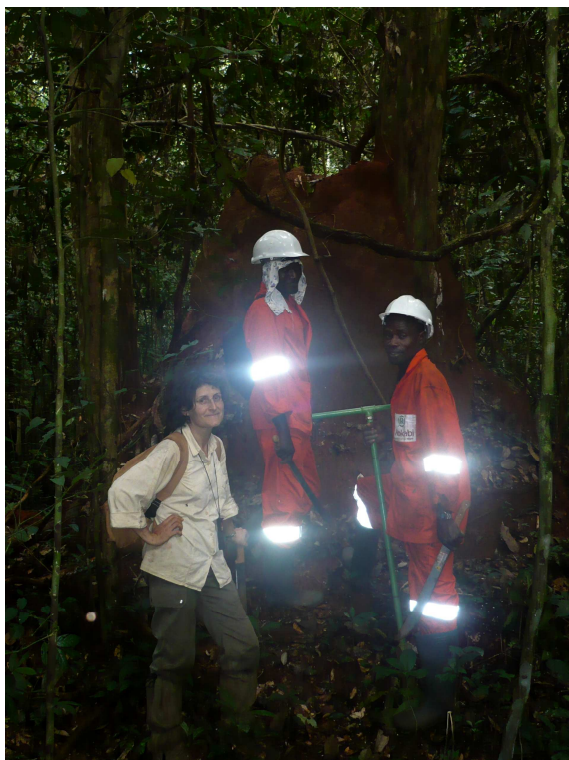


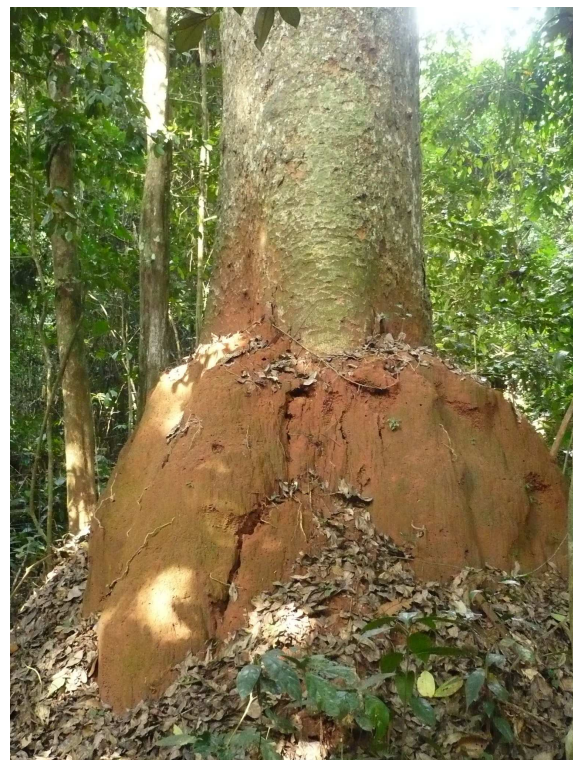
Figure 12. Carte topographique de la zone d'étude de Mokabi-site1



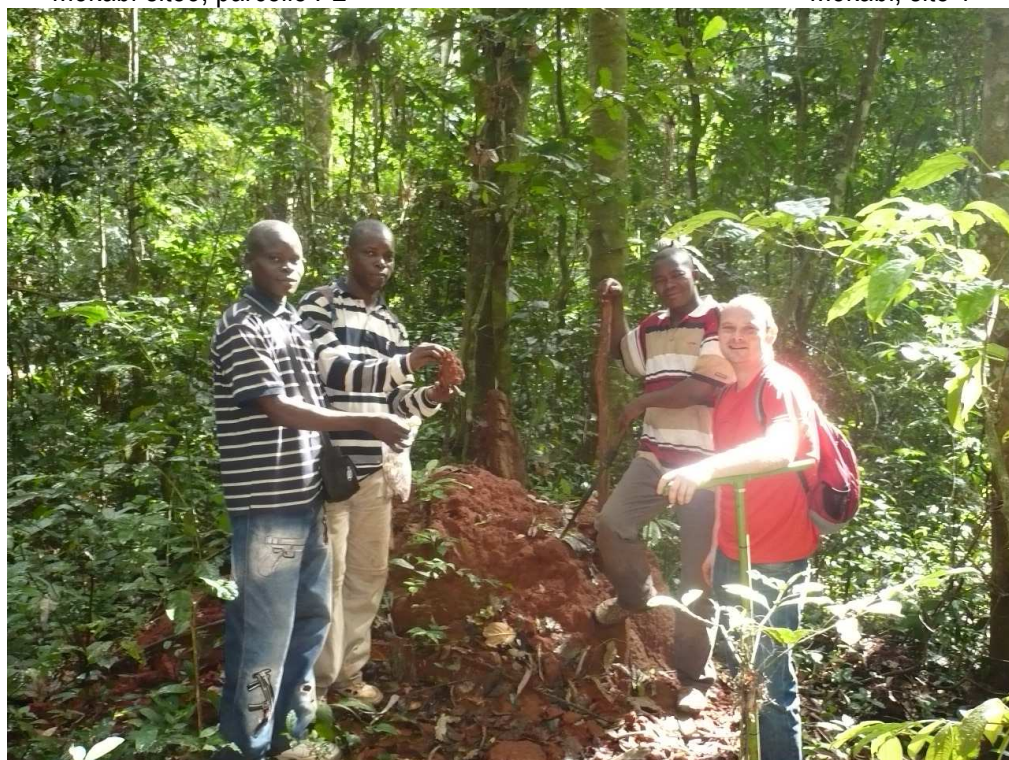
Figure 13. Aperçu des différences de couleur des sols des différents sites
 On distingue de gauche à droite, des sols ferrallitiques rouges sombre (Boukoko s4 , s5) et brun-jaune de Mbaïki (Boukoko s6), les arénosols rouge de Mokabi, sur le site 3 (s1, s3, s5 , s6) et sur le site 1 (s1, s2, s7, s8).



Mokabi-site3, parcelle P2



Mokabi, site 1



Mbaïki

Figure 14. Photos de termitières au gré du terrain

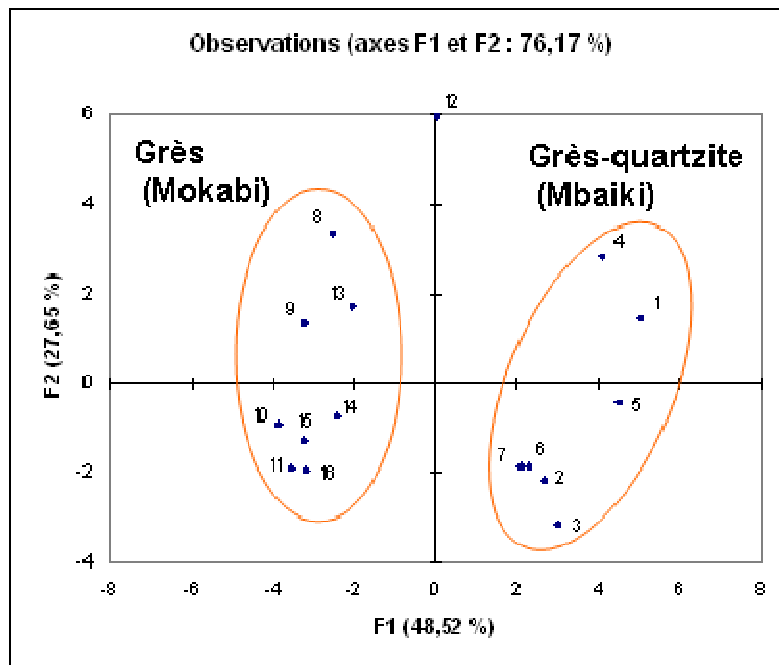
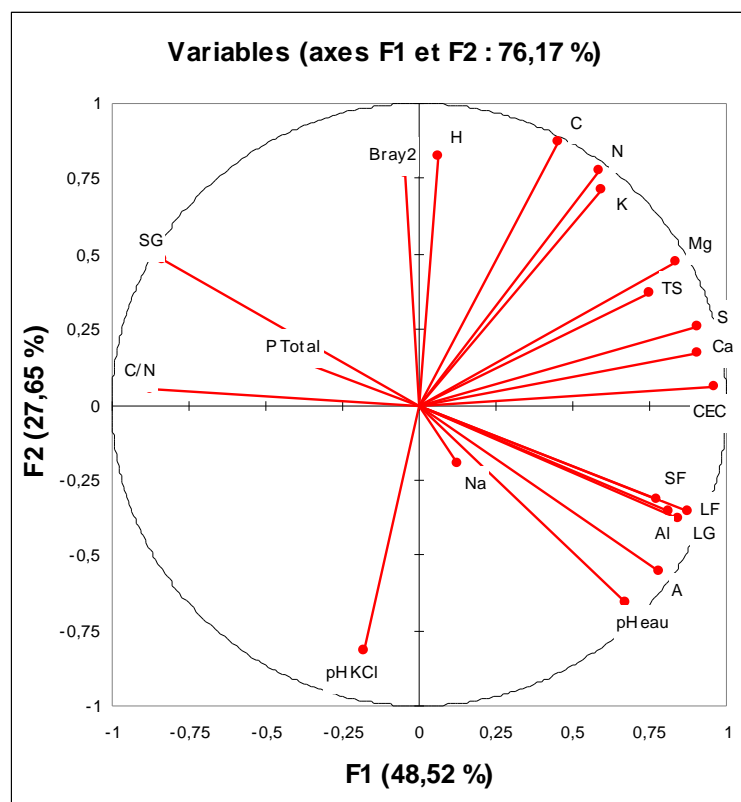


Figure 15. ACP sur données granulométriques et chimiques
(Les numéros des points correspondent à Id_labo du Tab. 2)

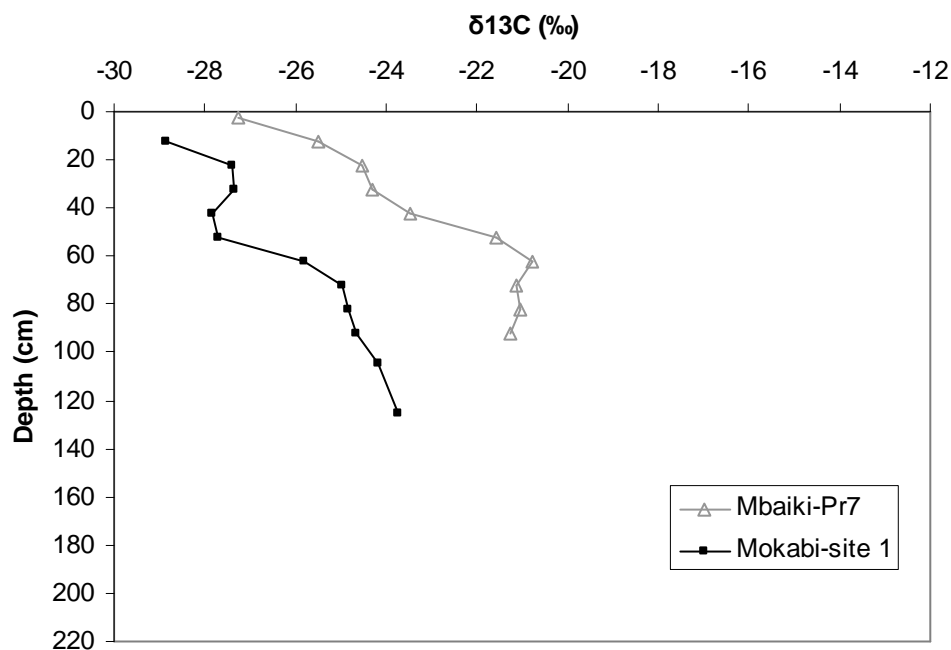


Figure 16. Profil $\delta^{13}\text{C}$ de deux fosses

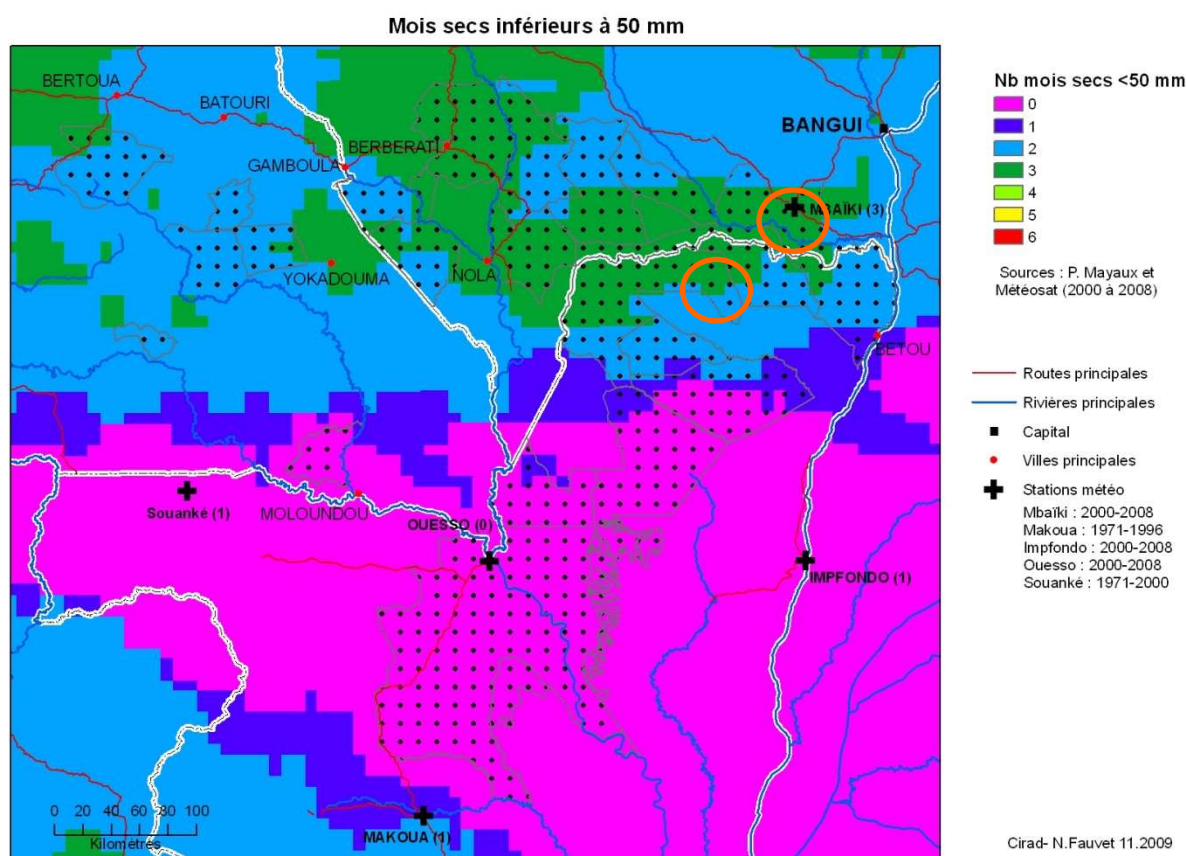


Figure 17. Nombre de mois secs < 50 mm de la zone d'étude CoForChange
Les deux cercles représentent la zone de Mbaiki (nord) et de Mokabi-site1 (sud)

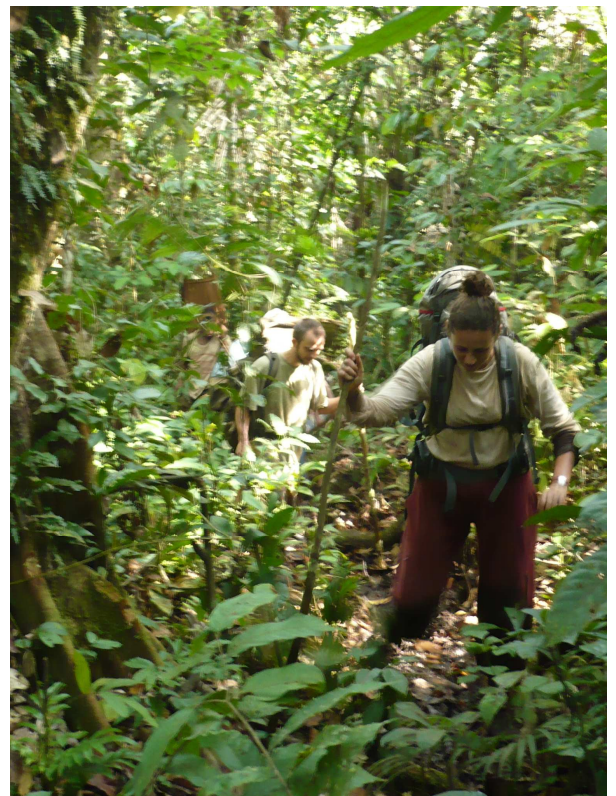
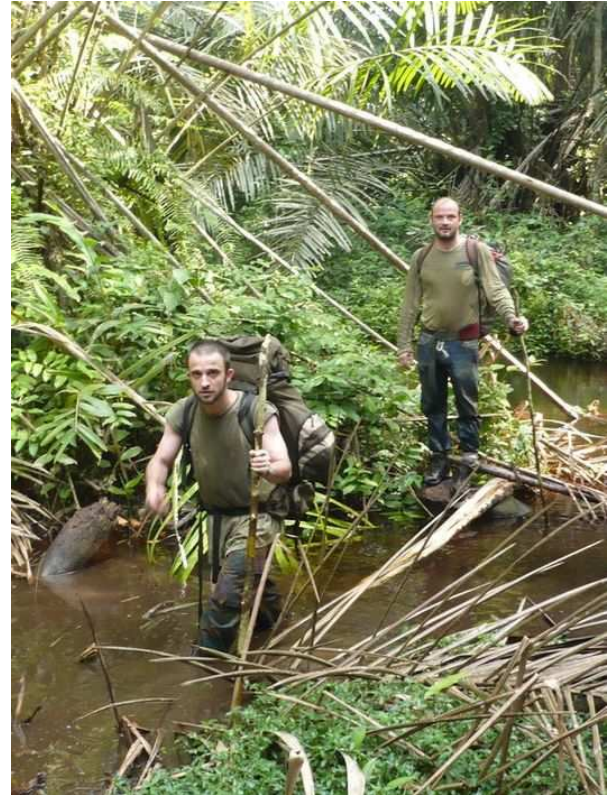


Figure 18. Ambiance dans les potos-potos

8 – Synthèse des discussions avec les partenaires

M. Niewiadowski, CoCAC. Nous avons présenté l'objectif de cette mission et exposé brièvement le contenu du projet CoForChange. Nous avons ensuite fait le point de la situation du projet ARF et M. Niewiadowski nous a confirmé 1) que Hervé Moinecourt pourrait poursuivre son activité jusqu'au mois d'octobre 2010, et que le poste de VCI en appui au projet ARF était durablement maintenu ; 2) que le SCAC prendrait en charge deux déplacements de chercheurs du CIRAD en 2010, en appui au projet ARF et à titre de soutien des activités de collaboration avec l'Université de Bangui.

M. J.P. Deschamps, attaché culturel du SCAC. Nous avons fait le point de la collaboration entre le CIRAD et l'Université. Suite aux premiers cours délivrés par SGF aux étudiants en 2^{ème} année du master « Biodiversité Végétale » (mission novembre 2008), une nouvelle intervention est prévue en avril 2010 pour laquelle le SCAC apportera un appui (financement mission SGF). Il devient urgent, pour la suite : 1) d'établir une convention entre l'Université de Bangui et le CIRAD pour cette intervention dans le master ; 2) d'établir une convention entre le SCAC et le CIRAD, qui permettra au SCAC de mettre à disposition un budget d'appui à cette opération. SGF a récupéré des exemplaires de convention avec l'Université de Bangui et avec le SCAC et doit les adapter d'ici le mois d'avril 2010. J.P. Deschamps a insisté pour que l'objet de la convention avec le SCAC fasse apparaître clairement un partenariat multiple (celui de ARF et de CoForChange par exemple), et pour que le budget demandé (de l'ordre de quelques milliers d'euros) fasse apparaître des contreparties. Cette convention, pour être effective en 2011, doit être signée au plus tard en octobre 2010.

M. Xavier Hainaut, attaché de coopération du SCAC. X. Hainaut a pris la suite de Marc Duval. Il gère le poste de H. Moinecourt mais n'intervient pas directement dans le soutien à la recherche ou aux activités forestières. Nous l'avons mis au courant de nos activités et avons discuté des possibilités de soutien éventuel à des déplacements d'étudiants de l'Université de Bangui sur le site de Mbaïki. X. Hainaut nous a suggéré de voir comment favoriser l'émergence d'une association d'étudiants qui pourrait déposer un projet de demande de financement sur la ligne du FSD (lutte contre la pauvreté). Idée à creuser avec Olga Yongo.

M. Hugues Marion, responsable de l'AFD (en présence de Gilles Potolet, chargé de projets). H. Marion a récemment remplacé J. Leveneur. Nous avons donc retracé l'historique du projet ARF, et brièvement présenté le projet CoForChange. H. Marion nous a informés que l'AFD était prête à se substituer au MAE au cas où le financement du poste de VCI en appui au projet ARF s'interromprait. Sa vision du projet ARF est très positive, il nous a indiqué qu'un appui se poursuivrait dans le cadre du projet PDRSO (Projet Développement Régional du Sud-Ouest) qui prendra la suite de PARPAF. Il a également confirmé l'intérêt de l'AFD pour le montage d'un projet de réseau de sites de suivi de la dynamique forestière (DynAfFor, fiche de pré-projet à déposer rapidement par SGF au FFEM). Nous avons également fait le point sur le financement de la thèse de Denis Beina (voir ci-dessous).

Mme Olga Yongo, responsable du master « Biodiversité Végétale » à la Faculté des Sciences de Bangui. Nous avons fait le point sur plusieurs sujets : 1) avancement du projet CoForChange. Les collectes de graines, dans le cadre du WP5, vont se poursuivre dans un contexte moins favorable qu'auparavant compte-tenu de la réduction des effectifs du projet PARPAF. O. Yongo va récupérer un ou deux prospecteurs ayant travaillé sur ce projet, et restreindre la collecte aux forêts des environs immédiats de Bangui. 2) Mise en route du stage de Olivia Semboli et de Arnot Kpolita. Ces deux étudiants en master vont se partager une bourse du projet CoForChange, la première pour travailler avec D. Beina à Mbaïki et le deuxième pour travailler avec l'équipe de l'ISEM (Laurent Brémond, Charly Favier) sur la dynamique du contact forêt/savane dans la région de Ngotto. Un problème de transport va

cependant se poser : il faudra prévoir un complément de financement pour que Arnot Kpolita puisse se rendre sur son terrain d'étude (à rediscuter avec l'ISEM). 3) Intervention dans le cadre du master de « Biodiversité Végétale ». Il est prévu que SGF fasse une intervention de 15 heures de cours + 6 heures de TP dans le module « Ecosystèmes et Groupements Végétaux Tropicaux » durant la deuxième quinzaine d'avril 2010. Une conférence devrait également être donnée à l'Université.

Pr Laurent Syssa-Magalé, doyen de la Faculté des Sciences de Bangui. Nous avons remis un exemplaire de l'Accord de Consortium de CoForChange au Pr Syssa-Magalé, qui nous l'a restitué signé en fin de mission. Nous avons également discuté de l'inclusion possible de l'Université de Bangui dans l'accord multipartite de gestion du dispositif de Mbaïki, qui ne semble pas poser problème du point de vue de l'Université. Un comité de pilotage du projet ARF est prévu en avril 2010, il devrait notamment discuter de cette question (la convention multipartite arrive à échéance au mois de juin 2010).

Pr Joachim Raoult, vice-recteur de l'Université de Bangui, en présence du Pr Syssa-Magalé et de Olga Yongo. Nous avons fait le point du projet CoForChange, du programme d'enseignement prévu dans le cadre du master de « Biodiversité Végétale » et de l'élargissement de l'accord multipartite de gestion du dispositif de Mbaïki. Les Pr Syssa-Magalé et Raoult ont fait part de leur intérêt pour l'élargissement d'appuis scientifiques à leurs cursus de formation, notamment dans les domaines de la chimie des sols et des statistiques mathématiques (=> discussions à poursuivre du côté de F. Mortier, contacts à prendre par V. Freycon).

Dr Félix Ngana, directeur des Affaires Académiques et de la Coopération. Le Dr Ngana a présenté le projet de création d'un master « Environnement » à l'ISDR et nous a remis un programme prévisionnel de cours (très succinct) en nous demandant d'apporter des commentaires et de cibler des intervenants potentiels pouvant intervenir dans ce master. Une discussion sur le sujet sera à reprendre au mois d'avril 2010.

M. Denis Beina, doctorant co-encadré par le Pr G. Decocq (Université d'Amiens) et par SGF (Cirad). La thèse de D. Beina est financée par le SCAC (trois séjours en France) et par l'AFD (fonctionnement et complément salarial pendant trois ans). D. Beina est actuellement en troisième année de thèse et sollicite le 5^{ème} versement du budget prévu par l'AFD. Cependant, les versements de l'AFD étaient subordonnés à la remise, par D. Beina, de manuscrits d'articles. A ce jour, il n'y a eu remise d'aucun document de ce type et le versement du budget est suspendu. Nous avons convenu, avec D. Beina, D. Hubert (qui assure le rôle d'intermédiaire avec l'AFD) et Hugues Marion, que D. Beina remettrait a minima, dans un délai de une semaine (le vendredi 19/02/2010) un manuscrit d'une dizaine de pages détaillant le plan de sa thèse (objectifs, problématique, hypothèses, premiers résultats et éléments de discussion).

D'une manière générale, D. Beina est en retard sur son calendrier de travail. Nous estimons qu'il reste encore environ un mois de terrain + saisie de données à réaliser, et SGF a demandé : 1) à ce que les données soient toutes disponibles pour analyse au plus tard le 31 mars 2010 ; 2) à ce que la partie analyse bibliographique / formulation de la problématique soit en grande partie rédigée à la même date. Lors de sa mission d'avril, SGF aidera D. Beina à réaliser des analyses multivariées en vue de la rédaction d'un article sur l'impact de l'exploitation sur la composition floristique des peuplements de Mbaïki. SGF a insisté pour que les échanges avec l'Université d'Amiens comportent systématiquement une ampliation au Cirad.

Liste des Annexes

Annexe 1 – Calendrier de la mission

Annexe 2 – Description de la fosse pédologique Mbaiki-Pr7

Annexe 3 – Description de la fosse pédologique Mbaiki-Pr4

Annexe 4 – Description de la fosse pédologique Mokabi-Site 3

Annexe 5 – Description de la fosse pédologique Mokabi-Site 1

Annexe 6 – Synthèse de la prospection pédologique effectuée à Mbaiki

Annexe 7 – Synthèse de la prospection pédologique effectuée à Mokabi-Site 3

Annexe 8 – Synthèse de la prospection pédologique effectuée à Mokabi-Site 1

Annexe 9 – Echantillons de sols prélevés durant la mission en vue d'analyses

Annexe 10 – Echantillons de charbons de bois observés durant la mission et prélevés en vue de datation ^{14}C et d'analyse anthracologique

Annexe 11 – Relevés GPS

Annexe 1 – Calendrier de la mission

10 au 11/02/2010. Trajet Montpellier / Paris / Bangui.

11/02/2010. Visite au SCAC, rencontre avec Didier Niewiadowski, CoCAC, Jean-Philippe Deschamps, attaché culturel du SCAC et Xavier Hainaut, attaché de coopération. Réunion de travail avec Denis Beina (doctorant co-encadré par le Cirad et l'Université d'Amiens, en 3^{ème} année de thèse), puis rencontre avec Hugues Marion, responsable de l'AFD, et de Gilles Potolet (chargé de mission, qui a pris la suite de Guillaume Mongellaz).

12/02/2010. Visite à la Faculté des Sciences de Bangui. Rencontre avec le doyen de la faculté, le Dr Laurent Syssa-Magalé, pour remise de l'accord de consortium du projet CoForChange. Réunion de travail avec Olga Yongo. Départ pour Mbaïki.

13/02/2010. Travail sur le dispositif de Mbaïki. Repositionnement des 10 parcelles au GPS, visite des 5 fosses pédologiques ouvertes sur le dispositif, sondages complémentaires à la tarière sur les parcelles.

14/02/2010. Poursuite du travail sur le dispositif de Mbaïki. Description de deux fosses pédologiques sur les parcelles 4 et 5 de Boukoko, prélèvement d'échantillons de sols selon le protocole établi dans le cadre de CoForChange.

15/02/2010. Trajet Mbaïki / Nola (9 h). Relevés photos et GPS pour validation de la carte MODIS de CoForChange.

16/02/2010. Trajet Nola / Mokabi (République du Congo). Installation sur le site de Mokabi, discussion avec Francis Rougier et Patrick Geffroy, responsable chez Rougier de la concession de Mokabi. Travail avec Jean-François Gillet, arrivé 4 jours plus tôt sur le site, pour mettre au point les protocoles de mesure de la régénération et des sols.

17/02/2010. Travail sur le site 3 de CoForChange (placettes sur grès de Carnot, faciès vert foncé de la carte MODIS) : mise en place du layon de base de 2 km et réalisation de 5 sondages à la tarière pour une première approche des sols.

18/02/2010. Poursuite du travail sur le site 3 : mise en place d'une fosse pédologique, sondages à la tarière pour examen de la présence de charbons de bois. Mise en place d'une parcelle de 10 x 50 m pour un inventaire en plein des juvéniles (tige lignifiée à 1m30). Inventaire de 7 bandes de 10 m x 2 m (140 m²) en 2h30.

19/02/2010. Poursuite du travail sur le site 3 : description de la fosse pédologique, fin de l'inventaire des juvéniles sur la parcelle de 10 x 50 m.

20/02/2010. Départ pour Moualé et le village de Balibali. Trajet à pied jusqu'au village de Dzangha (= Sipo) et installation du camp de base du site 1.

21/02/2010. Reconnaissance dans les environs du site 1, repérage des toposéquences, premiers sondages à la tarière.

22/02/2010. Installation d'un premier layon de 2 km en situation de plateau, réalisation de 5 sondages à la tarière le long du layon, creusement et description d'une fosse pédologique, installation d'une parcelle d'inventaire de régénération.

23/02/2010. Trajet Dzangha / Balibali / Moualé / Mokabi.

24/02/2010. Trajet Mokabi / Mbaïki / Bangui.

25/02/2010. Rencontre avec Yves Yalibanda au Ministère des Eaux, Forêts, Chasses et Pêches. Réunion de travail avec le doyen de la Faculté des Sciences et le vice-recteur de l'Université de Bangui (Joachim Raoult), réunion de debriefing de mission avec Xavier Hainaut et Jean-Philippe Deschamps au SCAC. Départ pour Paris.

26/02/2010. Trajet Bangui / Paris / Montpellier.

Annexe 2 – Description de la fosse pédologique Mbaiki-Boukoko-Pr7

Id :

Pays : RCA Lieu : Mbaïki-Boukoko Parcelle : F1P4C4A340 Fosse : Pr7

Ouverture de la fosse : certainement 1991 (Freytet 1992)

Description de la fosse : 14 février 2010

Auteur : V. Freycon

Dimension de la fosse : Longueur=x m x largeur=xm x Prof.=1,30 m

Localisation :

RCA, dispositif forestier de Mbaiki, ARF/CIRAD

Forêt 1, Parcelle 4, Carré 4, Arbre 340 (F1P4C4A340).

Relevé GPS, WGS84, UTM nn : x = 821100 m E ; y = 428350 m N

Végétation : Forêt semi-décidue

Espèces = **A compléter**

Géologie : Grès-quartzites (d'après carte géomorphologique de la RCA à 1/1000000 de Boulvert 1996)

Antécédents climatiques : Temps sec les semaines précédentes

Hydrologie :

Régime hydrique sec de manière saisonnière

Drainage naturel favorable

Sans excès d'eau

Géomorphologie :

Pente = non mesurée %

Morphologie locale : sur une pente régulière

Situation dans la forme : non déterminé

Nombre d'horizons : 3

Horizon 1 [0 - 15 cm]

2.5YR3/4 (dark reddish brown). Absence de taches. Sablo-argileux. Structure grumeleuse 1 mm forte à sur-structure polyédrique subanguleuse 20 mm faible. Termites peu nombreux. Poreux. Racines fines nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition avec horizon inférieure non déterminée.

Horizon 2 [15 – 65 cm]

2.5YR3/6 (dark red). Absence de taches. Argilo-sableux. Structure polyédrique subanguleuse 40 mm forte à sous-structure micro-agrégée 1 mm modérée. **Charbons de bois** peu nombreux. Poreux. Racines fines et moyennes peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition avec horizon inférieure non déterminée

Horizon 3 [65 cm – 130 cm]

2.5YR4/6 (red). Absence de taches. Argilo-sableux. Structure polyédrique subanguleuse 40 mm forte à sous-structure micro-agrégée 1 mm modérée. Poreux. Racines fines très peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers.

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour WRB et pF :

Horizon 1 : 0-15 cm

Horizon 2 : 40 cm \pm 5 cm

Horizon 3 : 90 cm \pm 5 cm

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour densité apparente :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 1 : 5-10 cm

Horizon 2 : 30-35 cm

Prélèvement d'un charbon de bois à 50 cm



Bilan : profil se rapprochant d'un sol ferrallitique rouge même si la structure micro-agrégée n'est pas très nette (certainement à relier avec la saison sèche).

Classification a priori WRB : Ferralsol

Annexe 3 – Description de la fosse pédologique Mbaïki-Boukoko-Pr4

Id :

Pays : RCA Lieu : Mbaïki-Boukoko Parcelle : F1P5C1ZT Fosse : Pr4

Ouverture de la fosse : 1991 (Freytet 1992)

Description de la fosse : 14 février 2010

Auteur : V. Freycon

Dimension de la fosse : Longueur=xx m x largeur=xm x Prof.=1,30 m

Localisation :

RCA, dispositif forestier de Mbaïki, ARF/CIRAD

Forêt 1, Parcelle 5, Carré 1, Zone tampon, Arbre 358 (F1P5C1ZTA358).

La fosse se trouve juste à l'extérieur de la parcelle 5.

Relevé GPS, WGS84, UTM 33 : x = 821140 m E ; y = 429175 m N

Végétation : Forêt mixte semi-décidue. Espèces = **A compléter**

La fosse se trouve à proximité de termitières « champignons »

Géologie : Grès-quartzite (d'après carte géomorphologique de la RCA à 1/1000000 de Boulvert 1996)

Antécédents climatiques : temps sec les semaines précédentes

Hydrologie :

Régime hydrique sec de manière saisonnière

Drainage naturel favorable

Sans excès d'eau

Géomorphologie :

Pente = 0 %

Morphologie locale : sur un replat

Situation dans la forme : non déterminé

Nombre d'horizons : 4

Horizon 1 [0 – 15 à 20 cm]

10YR4/4 (dark yellowish brown). Absence de taches. Sablo (argileux). Structure grenue 1 mm forte à sur-structure polyédrique subanguleuse 20 mm faible. Très poreux. Racines fines et grosses nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition ondulée sur 1 cm, identifiée par la limite inférieure des grosses racines.

Horizon 2 [15 à 20 cm – 50 cm]

10YR5/4 (yellowish brown). Absence de taches. Sablo (argileux). Structure polyédrique subanguleuse 20 mm forte à sous-structure micro-agrégée 1 mm modérée. Charbon de bois très peu nombreux. Poreux. Racines moyennes peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition régulière sur 5 cm.

Horizon 3 [50 cm – 90 cm]

10YR5/4 (yellowish brown). Taches rouges très peu nombreuses, moyennes, à limites très nettes, très contrastées. Sablo-argileux. Structure polyédrique subanguleuse 20 mm forte à sous-structure micro-agrégée 1 mm modérée. Charbons de bois nombreux. Trou de termites. Très poreux. Racines fines peu nombreuses. Transition régulière sur 5cm.

Horizon 4 [90 cm – 130 cm]

10YR6/6 (brownish yellow). Absence de taches. Sablo-argileux. Structure microagrégée 1 mm forte à sur-structure polyédrique subanguleuse 30 mm forte. Structure polyédrique subanguleuse 20 mm forte à sous-structure micro-agrégée 1 mm modérée. Charbons de bois peu nombreux. Poreux. Racines fines peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers.

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour WRB et pF :

Horizon 1 : 0-15 cm

Horizon 2 : 30 cm \pm 5 cm

Horizon 3 : 70 cm \pm 5 cm

Horizon 4 : 110 cm \pm 5 cm

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour densité apparente :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 2 : 15-20 cm

Horizon 2 : 35-40 cm

Prélèvement de deux charbons de bois à 60 cm et 110 cm.



Bilan : profil se rapprochant d'un sol ferrallitique brun jaune même si la structure micro-agrégée n'est pas très nette (certainement à relier avec la saison sèche).

Classification a priori WRB : Ferralsol

Annexe 4 – Description de la fosse pédologique Mokabi-Site 3

Id :

Pays : Congo Lieu : Mokabi Site/Layon : S3 L4 Fosse : 1

Ouverture de la fosse : 18 février 2010

Description de la fosse : 19 février 2010

Auteur : V. Freycon

Dimension de la fosse : Longueur=1,30 m x Largeur=1m x Prof.=1,50 m

Localisation :

Congo, concession Rougier

Layon de l'inventaire de régénération, PK 1000 m

Relevé GPS, WGS84, UTM 33 : x = 710700 m E ; y = 347360 m N

Végétation : Forêt semi-décidue

Espèces = **A compléter**

Géologie : Grès de Carnot (d'après carte géologique du Congo à 1/2000000 de Orstom 1963)

Antécédents climatiques : Pluie les jours précédents (plus précisément la nuit entre l'ouverture et la description de la fosse, durant saison sèche)

Hydrologie :

Régime hydrique sec de manière saisonnière

Drainage naturel favorable

Sans excès d'eau

Géomorphologie :

Pente = 0 %

Morphologie locale : sur un replat

Situation dans la forme : Sur un plateau

Nombre d'horizons : 4

Horizon 1 [0 – 5 cm]

Sec. 5YR4/4 (reddish brown). Absence de taches. Sableux. Structure grumeleuse 1 mm modérée. Très poreux. Racines fines nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition ondulée sur 2 cm.

Horizon 2 [5 – 15 à 20 cm]

Humide. 5YR4/6 (yellowish red). Absence de taches. Sableux. Structure grumeleuse 1 mm modérée à sur-structure polyédrique subanguleuse 20 mm modérée. Poreux. Racines fines nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition ondulée sur 2 cm

Horizon 3 [15 à 20 cm – 80 cm]

Humide. 2.5YR4/6 (red). Absence de taches. Sableux. Structure particulière forte 1 mm, à sur-structure polyédrique subanguleuse 30 mm modérée. **Charbons de bois** peu nombreux. Poreux. Racines moyennes nombreuses, grosses peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition régulière sur 5 cm.

Horizon 4 [80 cm – 150 cm]

Frais. 2.5YR4/8 (red). Absence de taches. Sablo-(argileux). Structure particulière forte 1 mm, à sur-structure polyédrique subanguleuse 30 mm modérée. Charbons de bois peu nombreux. Poreux. Racines moyennes peu nombreuses, grosses peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers.

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour WRB et pF :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 2 : 5-15 cm

Horizon 3 : 60 cm \pm 5 cm

Horizon 4 : 120 cm \pm 5 cm

Horizon 4 (tarière au fond de la fosse) : 250 cm \pm 5 cm

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour densité apparente :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 2 : 15-20 cm

Horizon 3 : 60-65 cm

Prélèvement de quatre charbons de bois à 35 cm, 60 cm, 90 cm et 135 cm



Bilan : profil se rapprochant d'un sol ferrallitique psammitique décrit par Boulvert (1983)

Classification a priori WRB :

- Arénosol si non augmentation de la teneur en argile avec la profondeur
- Acrisol (Arenic) si augmentation de la teneur en argile avec la profondeur

Annexe 5 – Description de la fosse pédologique Mokabi-Site 1

Id : Mokabi-Site 1-Topo2

Pays : Congo Lieu : Mokabi Site/Layon : S1 L1 Fosse : 2

Ouverture de la fosse : 22 février 2010

Description de la fosse : 22 février 2010

Auteur : V. Freycon & J.-F. Gillet

Dimension de la fosse : Longueur=1,30 m x Largeur=1m x Prof.=1,40 m

Localisation :

Congo, concession **A préciser**

Layon de l'inventaire de régénération, PK 1000 m

Relevé GPS, WGS84, UTM 33 : x = 781290 m E ; y = 355100 m N

Végétation : Forêt semi-décidue

Espèces = **A compléter**

Géologie : Grès, série de Bambio (d'après carte géologique du Congo à 1/2000000 de Orstom 1963)

Antécédents climatiques : Temps sec les semaines précédentes

Hydrologie :

Régime hydrique sec de manière saisonnière

Drainage naturel favorable

Sans excès d'eau

Géomorphologie :

Pente = 0 %

Morphologie locale : sur un replat

Situation dans la forme : Sur un plateau

Nombre d'horizons : 4

Horizon 1 [0 – 5 cm]

Sec. 5YR4/3 (reddish brown). Absence de taches. Sableux. Structure grumeleuse 1 mm forte. Termites nombreuses. Très poreux. Racines fines très nombreuses (→ mat racinaire). Absence d'éléments grossiers. Transition régulière sur 1 cm.

Horizon 2 [5 – 15 à 20 cm]

Frais. 5YR4/4 (reddish brown). Absence de taches. Sablo-(limoneux). Structure polyédrique subanguleuse 20 mm forte à sous-structure particulaire 1 mm modérée. Poreux. Racines fines nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition ondulée sur 2 cm

Horizon 3 [15 à 20 cm – 50 cm]

Frais. (5 à 2.5)YR4/6 (yellowish red à red). Absence de taches. Sablo-(limoneux). Structure polyédrique subanguleuse 30 mm forte à sous-structure particulaire 1 mm modérée. Peu poreux. Racines moyennes peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers. Transition régulière sur 2 cm.

Horizon 4 [50 cm – 140 cm]

Frais. 2.5YR4/6 (red). Absence de taches. Sablo-(limono-argileux). Structure polyédrique subanguleuse 40 mm forte à sous-structure particulaire 1 mm modérée. Charbons de bois peu nombreux. Peu poreux. Racines moyennes peu nombreuses. Absence d'éléments grossiers.

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour WRB et pF :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 2 : 5-15 cm

Horizon 3 : 30 cm \pm 5 cm

Horizon 4 : 70 cm \pm 5 cm

Horizon 4 : 130 cm \pm 5 cm

Profondeur de prélèvement des échantillons de sol par horizon pour densité apparente :

Horizon 1 : 0-5 cm

Horizon 2 : 10-15 cm

Horizon 3 : 35-40 cm

Prélèvement de trois charbons de bois à [70-85 cm], [80-90 cm] et 115 cm.



Bilan : profil se rapprochant d'un sol ferrallitique psammitique décrit par Boulvert (1983)

Classification a priori WRB :

- Arénosol si non augmentation de la teneur en argile avec la profondeur
- Acrisol (Arenic) si augmentation de la teneur en argile avec la profondeur

Annexe 6 – Synthèse de la prospection effectuée à Mbaiki (RCA)

La localisation des sondages est déterminée suivant les numéros de F(orêt)P(arcelle)C(arré)A(rbre)

Sondage	Site	Bloc	Localisation	Fosse	Unité de sol, Freytet (1992)		Description V. Freycon	
					US	Légende	Caractéristiques	Charbons de bois
Mbaiki-s1	Boukoko	1	F1P1C3A6		321	Sol ferrallitique gravillonnaire de profondeur, rouge	Sol ferrallitique typique (structure micro-agrégée, argilo-sableux, absence de taches, absence d'éléments grossiers), rouge sombre (2.5YR) Sondage effectué jusqu'à 80 cm idem s1	Non
Mbaiki-s2		1	F1P2C3		311	Sol ferrallitique gravillonnaire de surface, rouge	Sondage effectué jusqu'à 80 cm idem s1	Non
Mbaiki-s3		1	F1P3C4A14		21	Sol ferrallitique typique, rouge	+ quartz (50 cm)	Non
Mbaiki-s4		1	F1P3C4A667		321	Sol ferrallitique gravillonnaire de profondeur, rouge	idem s1	Non
Mbaiki-s5		2	F1P6C3A4		21	Sol ferrallitique typique, rouge	idem s1	Non
Mbaiki-s6		2	F1P5C1ZT	Pr4	23	Sol ferrallitique typique, beige	Sol ferrallitique typique, brun-jaune (10YR) idem s6	30 cm 60 cm 110 cm
Mbaiki-s7		2	F1P5C1A357		23	Sol ferrallitique typique, beige	Sondage effectué jusqu'à 60 cm Sol peu épais,	Non
Mbaiki-s8		2	F1P4C1A308	Pr5	311	Sol ferrallitique gravillonnaire de surface, rouge	> 60 cm : Roche grès-micacé	Non
Mbaiki-s9		2	F1P4C4A340	Pr7	21	Sol ferrallitique typique, rouge	idem s1	60 cm
Mbaiki-s10	La Lolé	3	F2P1C4A726	Pr1	21	Sol ferrallitique typique, rouge	Sol peu épais, > 110 cm : Gravier quartz ferruginisé	Non
Mbaiki-s11		3	F2P1C3A277	Pr2	311	Sol ferrallitique gravillonnaire de surface, rouge	Sol peu épais, > 30 cm : Gravier cuirasse et quartz	Non
Mbaiki-s12		3	F2P4C1	Pr6	42	Sol ferrallitique induré de surface, ocre	Sol peu épais, > 50 cm : Blocs roche quartzite	Non

Annexe 6 (suite) – Synthèse de la prospection effectuée à Mbaiki (RCA)

Aperçu des sols du dispositif de Mbaïki : (i) sols ferrallitiques profonds rouges (s1, s2, s3, s4, s5, s9) ou brun-jaune (s6, s7) (ii) et des sols peu profonds (s8, s10, s11, s12)

Une boîte retournée correspond à un blocage tarière.

Une boîte vide non retournée correspond à un arrêt décidé du sondage.



Annexe 7 – Synthèse de la prospection effectuée à Mokabi, Site 3 (Congo)

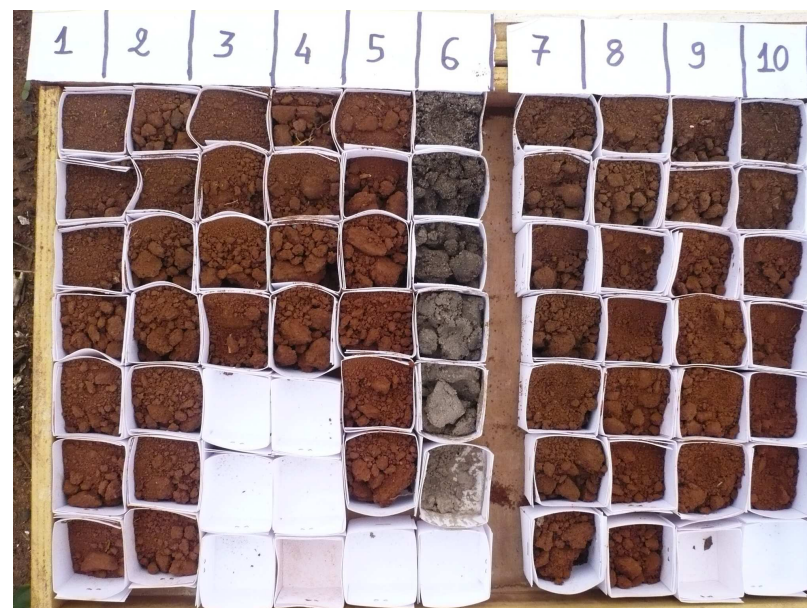
Id Sondage	Localisation S(ite) L(ayon) P(lacette)	WGS84, UTM33		Blocage tarière	Charbons de bois	Caractéristiques
		Longitude (E)	Latitude (N)			
Mokabi-site3-s1	S3L4 - 0m	710690	346365	Non	Non	Sablo-(argileux), Structure particulière. Brun-rouge (5YR) en surface à rouge (2.5YR) en profondeur. Absence de taches. Absence d'éléments grossiers. Similaire aux sols ferrallitiques psammitiques (Boulvert 1983)
Mokabi-site3-s2	S3L4 - 500 m	710685	346875	Non	Non	Idem s1
Mokabi-site3-s3	S3L4 - 1000 m	710700	347360	Non	100 cm	Idem s1
Mokabi-site3-s4	S3L4 - 1500 m	710710	347865	Non	Non	Idem s1
Mokabi-site3-s5	S3L4 - 2000 m	710730	348360	Non	Non	Idem s1
Mokabi-site3-s6	S3L4 - P1	710570	346360	Non	Non	Idem s1
Mokabi-site3-s7	S3L4 - P2	710635	346855	Non	nord : Non centre : [30-40], [50-60] sud : [80-90]	Idem s1 Termitière proche de la placette L4-P2

Les sondages s6 et s7 regroupent 3 répétitions qui ont été effectués au nord, au centre et au sud de la parcelle d'inventaire de régénération (P1 ou P2).



Annexe 8 – Synthèse de la prospection effectuée à Mokabi, Site 1 (Congo)

Id Sondage	Localisation S(ite) L(ayon) T(ransect)Prosp(ection)	WGS84, UTM33		Blocage tarière	Charbons de bois	Caractéristiques
		Longitude (E)	Latitude (N)			
Mokabi-site1-s1	S1L2TProsp-4 (Plateau)	780300	355630	Non	[30-40] [40-50] [50-60]	Sablo-(argileux), Structure particulière. Brun-rouge (5YR) à rouge (2.5YR). Absence de taches. Absence d'éléments grossiers. Similaire aux sols ferrallitiques psammitiques (Boulvert 1983)
Mokabi-site1-s2	S1L2TProsp-5 (Plateau-HV)	780040	355630	Non	Non	Idem s1
Mokabi-site1-s3	S1L2TProsp-6 (Haut Versant)	779710	355660	Non	Non	Idem s1. Sondage uniquement jusqu'à 60 cm
Mokabi-site1-s4	S1L2TProsp-7	779420	355670	Non	Non	Idem s1. Sondage uniquement jusqu'à 60 cm
Mokabi-site1-s5	S1L2TProsp-8 (Bas versant)	779050	355700	Non	Non	Idem s1. Sondage uniquement jusqu'à 100 cm
Mokabi-site1-s6	S1L2TProsp-9 (Bas-fonds)	778780	355700	Non	Non	Sol hydromorphe
Mokabi-site1-s7	S1L1-0 m	781310	354090	Non	Non	Idem s1, sauf brun-rouge jusqu'à 120 cm
Mokabi-site1-s8	S1L1-500 m	781280	354600	Non	80 cm, 100 cm, 120 cm	Idem s1
Mokabi-site1-s9	S1L1-1500 m	781300	355605	Non	Non	Idem s1. Sondage uniquement jusqu'à 100 cm
Mokabi-site1-s10	S1L1-2000 m	781290	356090	Non	Non	Idem s1. Sondage uniquement jusqu'à 100 cm



Annexe 9 – Echantillons de sols prélevés durant la mission en vue d'analyses

Echantillons prélevés pour WRB et humidité-pF, le 14 février (Mbaiki), 19 février (Mokabi-Site3) et 22 février 2010 (Mokabi-Site 1)

Id sol	Lieu	S(ite)/L(ayon)	Fosse	Profondeur
1	Mbaiki	Boukoko	Pr 7	0-15 cm
2				40 cm
3				90 cm
4	Mbaiki	Boukoko	Pr 4	0-15 cm
5				30 cm
6				70 cm
7				110 cm
8	Mokabi	Site 3 (S3 L4)	1	0-5 cm
9				5-15 cm
10				60 cm
11				120 cm
12	Mokabi	Site 1 (S1 L1)	2	0-5 cm
13				5-15 cm
14				30 cm
15				70 cm
16				130 cm

Echantillons prélevés pour densité apparente, le 14 février (Mbaiki), 19 février (Mokabi-Site3) et 22 février 2010 (Mokabi-Site 1)

Id sol	Lieu	Site	Fosse	Profondeur
1	Mbaiki	Boukoko	7	0-5 cm
2				5-10 cm
3				30-35 cm
4	Mbaiki	Boukoko	4	0-5 cm
5				15-20 cm
6				35-40 cm
7	Mokabi	Site 3 (S3 L4)	1	0-5 cm
8				15-20 cm
9				60-65 cm
10	Mokabi	Site 1 (S1 L1)	2	0-5 cm
11				10-15 cm
12				35-40 cm

Echantillons prélevés pour composition isotopique du carbone le 14 février (Mbaiki), 19 février (Mokabi-Site3) et 22 février 2010 (Mokabi-Site 1)

Id sol	Lieu	Site	Fosse	Profondeur
1	Mbaiki	Boukoko	7	0-5 cm
2		Boukoko	7	10-15 cm
3		Boukoko	7	20-25 cm
4		Boukoko	7	30-35 cm
5		Boukoko	7	40-45 cm
6		Boukoko	7	50-55 cm
7		Boukoko	7	60-65 cm
8		Boukoko	7	70-75 cm
9		Boukoko	7	80-85 cm
10		Boukoko	7	90-95 cm
11		Boukoko	7	100-110 cm
12	Mbaiki	Boukoko	4	0-5 cm
13		Boukoko	4	10-15 cm
14		Boukoko	4	20-25 cm
15		Boukoko	4	30-35 cm
16		Boukoko	4	40-45 cm
17		Boukoko	4	50-55 cm
18		Boukoko	4	60-65 cm
19		Boukoko	4	70-75 cm
20		Boukoko	4	80-85 cm
21		Boukoko	4	90-95 cm
22		Boukoko	4	100-110 cm
23		Boukoko	4	120-130 cm
24	Mokabi	Site 3	1	0-5 cm
25		Site 3	1	10-15 cm
26		Site 3	1	20-25 cm
27		Site 3	1	30-35 cm
28		Site 3	1	40-45 cm
29		Site 3	1	50-55 cm
30		Site 3	1	60-65 cm
31		Site 3	1	70-75 cm
32		Site 3	1	80-85 cm
33		Site 3	1	90-95 cm
34		Site 3	1	100-110 cm
35		Site 3	1	120-130 cm
36		Site 3	1	140-150 cm
37		Site 3	1	250 cm
38	Mokabi	Site 1	2	0-5 cm
39		Site 1	2	10-15 cm
40		Site 1	2	20-25 cm
41		Site 1	2	30-35 cm
42		Site 1	2	40-45 cm
43		Site 1	2	50-55 cm
44		Site 1	2	60-65 cm
45		Site 1	2	70-75 cm
46		Site 1	2	80-85 cm
47		Site 1	2	90-95 cm
48		Site 1	2	100-110 cm
49		Site 1	2	120-130 cm

NB : Les échantillons de sol ont été transmis à I. Bentaleb le 11 mars 2010

Annexe 10 – Echantillons de charbons de bois observés durant la mission et prélevés en vue de datation ¹⁴C et d'analyse anthracologique

WGS84/UTM33							
Id charbon	Lieu	S(ite) L(ayon) T(ransect) P(rospection)	Longitude (E)	Latitude (N)	Tarière/Fosse	Profondeur	Prélèvement
1	Mbaiki	Boukoko	821100	428350	Fosse Pr7	50 cm	oui
2		Boukoko			Fosse Pr7	60 cm	oui
3		Boukoko	821140	429175	Fosse Pr4	60 cm	oui
4		Boukoko			Fosse Pr4	110 cm	oui
5	Mokabi	S3 L4	710635	346855	Tarière L4 - P2	30-40 cm	oui
6		S3 L4			Tarière L4 - P2	50-60 cm	oui
7		S3 L4			Tarière L4 - P2	80-90 cm	oui
8	Mokabi	S3 L4	710700	347360	Tarière L4-1000 m	100 cm	oui
9	Mokabi	S3 L4	710700	347360	Fosse 1	35 cm	oui
10		S3 L4			Fosse 1	60 cm	oui
11		S3 L4			Fosse 1	90 cm	oui
12		S3 L4			Fosse 1	135 cm	oui
13	Mokabi	S1 L2 TP	780300	355630	Tarière L2-TP-4	30-40 cm	oui
14		S1 L2 TP			Tarière L2-TP-4	40-50 cm	oui
15		S1 L2 TP			Tarière L2-TP-4	50-60 cm	oui
16	Mokabi	S1 L1	781280	354600	Tarière L1-500 m	80 cm	non
17		S1 L1			Tarière L1-500 m	100 cm	non
18		S1 L1			Tarière L1-500 m	120 cm	oui
19	Mokabi	S1 L1	781290	355100	Fosse 2	70-85 cm	oui
20		S1 L1			Fosse 2	80-90 cm	oui
21		S1 L1			Fosse 2	115 cm	oui

NB : Les échantillons de charbons de bois prélevés ont été transmis à L. Brémond le 11 mars 2010

Annexe 11 – Relevés GPS

Référentiel : WGS84 ; Projection : UTM33

Modèle : Garmin GPSmap 60CSx

Id GPS	Type	Caractéristiques	Longitude (E)	Latitude (N)
1	Transect RCA	Grès de Carnot : entre la Lobaye et Bambio	736000	455980
2		Grès de Carnot : entre la Lobaye et Bambio	726710	450950
3		Grès de Carnot : entre la Lobaye et Bambio	725410	446540
4		Grès de Carnot : entre la Lobaye et Bambio	725870	443610
5		Grès de Carnot : entre Bambio et Mambélé	715260	435680
6		Grès de Carnot : entre Bambio et Mambélé	701890	432280
7		Entre Mambélé et Nola	674150	432890
8		Entre Mambélé et Nola	666980	426390
9		Entre Mambélé et Nola.	657910	422450
10		Entre Nola et frontière Congo	636275	388005
11		Entre Nola et frontière Congo	641680	389000
12		Entre Boda et Mbaiki. Crevaision, sol ferrallitique	813980	446320
13	Sondages tarières et fosses	Mokabi-site3 : S3 L4-0m	710690	346365
14		Mokabi-site3 : S3 L4-500 m	710685	346875
15		Mokabi-site3 : S3 L4-1000 m ; Fosse 1	710700	347360
16		Mokabi-site3 : S3 L4-1500 m	710710	347865
17		Mokabi-site3 : S3 L4-2000 m	710730	348360
18		Mokabi-site3 : S3 L4-P1	710570	346360
19		Mokabi-site3 : S3 L4-P2	710635	346855
20		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp-4 (Plateau)	780300	355630
21		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp -5 (Plateau-HV)	780040	355630
22		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp -6 (Haut Versant)	779710	355660
23		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp -7	779420	355670
24		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp -8 (Bas versant)	779050	355700
25		Mokabi-site1 : S1 L2-TProsp -9 (Bas-Fonds)	778780	355700
26		Mokabi-site1 : S1 L1-0 m	781310	354090
27		Mokabi-site1 : S1 L1-500 m	781280	354600
28		Mokabi-site1 : S1 L1-1000 m ; Fosse 2	781290	355100
29		Mokabi-site1 : S1 L1-1500 m	781300	355605
30		Mokabi-site1 : S1 L1-2000 m	781290	356090
31	Accès aux layons	Mokabi-site3, voiture	710420	345610
32		Mokabi-site1, voiture, village Mabalibali	778200	347140
33		Mokabi-site1, Camp pygmée Sipo	779670	354080